

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Научно-образовательный центр Н.М.Кижнера

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль Машины и аппараты химических производств

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект модернизации насадочной абсорбционной колонны

УДК 661.832.322.55-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К41	Якутин Денис Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Беляев В.М.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова О.А.	б/с		

По разделу «Конструктивно-механический раздел»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Беляев В.М.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Беляев В.М.	к.т.н.		

Томск – 2019 г.

Запланированные результаты обучения по ООП 18.03.01 в 2019 г.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и специальные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов и оборудования химической технологии, нефтехимии и биотехнологии для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-4,5,9,15 ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.	Требования ФГОС (ПК-4,5,8,11, ОК-2,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Проектировать и использовать новое энерго-и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-8,11,23,24), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-1,4,5,19-22, ОК-7,10), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Осваивать и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность и надежность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,12,13,14,17, ОК-3,4,8), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
P7	Применять знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3, 8, 9, 10, 11, 12, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Использовать современные компьютерные методы вычисления, основанные на применении современных эффективных программных продуктов при расчете свойств материалов, процессов, аппаратов и систем, характерных для профессиональной области деятельности; находить необходимую литературу, использовать компьютерные базы данных и другие источники информации	Требования ФГОС (ПК-4, 5, 9, 10, 11, 14)
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P9	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,6-10), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P10	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-6,7,8), Критерий 5 АИОР (2.6)
P11	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-11) , Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P12	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4,5,12) , Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра Научно-образовательный центр Н.М.Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Беляев В.М.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-2K41	Якутин Денис Игоревич

Тема работы:

Проект модернизации насадочной абсорбционной колонны	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам;</i>	Насадочная абсорбционная колонна непрерывного режима для очистки электролизных газов от Cl_2 производительностью ____ кг/ч по _____. Щелочной раствор гипохлорита, которым орошается хлор, нежелателен. Предлагается разрушить его путем нагрева до 60-80°C. Для этого предлагается установить теплообменник на линию подачи раствора до абсорбционной колонны. При этом гипохлорит будет разрушаться с образованием: $3\text{NaClO} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{NaClO}_3$. Хлорид натрия является полупродуктом в производстве, тем самым уменьшаются затраты

экономический анализ и т. д.).		производства, энергозатраты и т.д.	
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		1. Обзор литературы 2. Технологическая схема установки 3. Технологические расчеты оборудования 4. Выбор конструкционных материалов 5. Механический расчет оборудования 6. Поверочный расчет оборудования 7. Результаты проведенной разработки 8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 9. Социальная ответственность 10. Выводы 11. Список публикаций студента 12. Список использованных источников	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		Технологическая схема 1-2 листа Чертеж абсорбционной колонны (СБ или ВО) 2 листа. Чертеж опоры и днища колонны 1 лист. Технико-экономические показатели - 1 лист	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел		Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		Подопригора Игнат Валерьевич	
Социальная ответственность		Немцова Ольга Александровна	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:			

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.04.2019 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Беляев В.М.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К41	Якутин Денис Игоревич		

РЕФЕРАТ

В дипломном проекте рассчитана насадочная абсорбционная колонна непрерывного режима для очистки электролизных газов от Cl_2 . В данной работе рассчитаны основные технологические и конструктивные показатели аппарата, произведен расчет гидравлического сопротивления абсорбера. Произведен анализ и расчет технико-экономических показателей данного производства, найдена точка безубыточности для нескольких рыночных цен. Определены вредные и опасные производственные факторы, предложены способы снижения негативного воздействия на организм человека.

Дипломный проект содержит расчетно-пояснительную записку из 96 страниц текста, 25 таблиц, 10 рисунков, 41 литературных источника и графическую часть из 2 листов формата A1, 2 листов формата A3

Ключевые слова: абсорбция, колонна, щелочь, хлор, абсорбционная колонна.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						5
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Abstract

The thesis project is designed Packed absorption column continuous mode for cleaning the electrolysis gas Cl₂. In this work, the main technological and design parameters of the device are calculated, the hydraulic resistance of the absorber is calculated. The analysis and calculation of technical and economic indicators of the production, the break-even point for several market prices. Harmful and dangerous production factors are determined, ways of reducing the negative impact on the human body are proposed.

The diploma project contains a settlement and explanatory note of 110 pages of text, 25 tables, 10 figures, 41 literary sources and a graphical part of the 2 sheets of A1, 2 sheets of A3 Key words: absorption, column, alkali, chlorine, absorption column.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Оглавление

Введение	9
1. Литературный обзор очистки газов щелочной абсорбцией	11
1.1. Основные принципы газоочистки абсорбцией	11
1.2 Описание основного производства	15
1.3 Очистка от хлора и его соединений	17
2. Технологический расчет насадочного абсорбера	20
2.1 Определение расхода поглотителя и массы поглощаемого вещества	21
2.2 Определение движущей силы процесса	23
2.3 Расчет коэффициента массопередачи	25
2.3.1 Расчет коэффициента массоотдачи в газовой фазе	26
2.3.2 Расчет коэффициента массоотдачи в жидкой фазе	28
2.4 Расчет высоты абсорбера	31
2.5 Определение высоты насадочного слоя через высоту единиц переноса	32
2.6 Гидравлическое сопротивление абсорбера	32
2.7 Гидравлический расчет	33
2.7.1 Разделение трубопроводной линии на участки	34
2.7.2. Определение геометрических характеристик участков трубопровода, скоростей и режимов движения жидкости в ней	34
2.7.3 Расчет сопротивления сети трубопровода	35
2.7.4 Определение требуемого напора насоса и выбор марки насоса	38
3. Механический расчет насадочного абсорбера	40
3.1. Выбор способа изготовления корпуса колонны.	40
3.2. Расчёт толщины обечайки корпуса, работающей под внутренним давлением	43
3.3. Расчёт эллиптического днища корпуса, работающего под давлением	44
3.4. Укрепления отверстия для штуцера А	45
3.5. Укрепления отверстия для штуцера Б ($D_y = ?$)	46
3.6. Расчёт укрепления отверстия В ($D_y = ?$)	47
3.7. Расчёт укрепления отверстия	49
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
4.1. SWOT-анализ	52
4.2. Расчет производственной мощности	54
4.3. Режим работы	56
4.4. Организация оплаты труда	62
4.5. Основные фонды предприятия. Расчет амортизационных отчислений	65
4.6. Расчет себестоимости	66

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		7

4.7. Техничко-экономические показатели	71
4.8. Расчет точки безубыточности	72
5. Социальная ответственность	76
5.1. Производственная безопасность.....	79
5.2. Вредные и опасные факторы при эксплуатации абсорбционной колонны.....	80
5.3. Экологическая безопасность.....	90
5.4. Безопасность при чрезвычайных ситуациях.	90
5.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	79
Заключение.....	92
Список использованных источников.....	93

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Введение

Насадочные колонны - более популярный тип абсорбера. Превосходством их является легкость устройства, вероятность работы с агрессивными средами (так как требуется защита от коррозии только корпуса колонны и поддерживающих насадку решеток).

Настоящий проект разработан для проведения опытных работ получения растворов гипохлората натрия на существующем узле хлорирования растворов цеха №6 Федерального казенного предприятия «Анозит». В настоящее время технологический режим работы узла хлорирования каустической соды ГОСТ 2263-79 с использованием абгазного хлора с узла химической очистки осуществляется до образования хлората с последующим использованием полученного хлорид-хлоратного раствора в электролизе основного производства «Анозита». Задачей опытных работ является отработка технологического режима (температуры, плотности орошения, скорости газа, концентрации остаточной щелочности) процесса хлорирования с целью получения раствора гипохлората натрия по ГОСТ 11086-76 марки Б для последующего его использования для обработки растворов поваренной соли и сокового конденсата, содержащих основной продукт производств, с целью их последующей утилизации в действующем производстве влажного продукта. Кроме гипохлората натрия раствора в процессе химической абсорбции образуется NaClO (гипохлорит натрия) который нежелателен при ведении процесса. На производстве предложен ряд стабилизаторов разложения гипохлорита натрия, такие как борная кислота, бихромат калия, смесь сахарозы и хромата калия. Лучшие результаты получены добавкой к раствору гипохлорита натрия метасиликата натрия или жидкого стекла в количестве 0,5 от массы раствора.

Актуальность темы выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что, в современных условиях предприятию не выгодно закупать стабилизаторы разложения гипохлорита натрия, требуется совершенствование не только технологических, но и экономических показателей работы. В связи с этим насадочная абсорбционная колонна нуждается в модернизации, которая потребует вложения не значительных финансовых ресурсов с целью существенного повышения производительности полупродукта и снижения затрат на электроэнергию и ресурсопотребление.

Цель выпускной квалификационной работы:

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

➤ Совершенствование насадочной абсорбционной колонны установки очистки отходящих газов от хлорсодержащих соединений с целью сокращения расходов на изготовление, эксплуатацию и ремонт.

Задачи:

- сделать литературный обзор очистки газов щелочной абсорбцией;
- рассмотреть электрохимическое получение гипохлорита натрия в электролизерах с применением оксидно-рутениевых титановых анодов;
- провести технологический расчёт насадочного абсорбера;
- провести механический расчёт насадочного абсорбера;
- выполнить анализ и расчет технико-экономических показателей производства;
- определить вредные и опасные производственные факторы

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						10
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1. Литературный обзор очистки газов щелочной абсорбцией

1.1. Основные принципы газоочистки абсорбцией

Абсорбцией называют процесс поглощения газа жидким поглотителем, в котором газ растворим в той или иной степени. Обратный процесс - выделение растворенного газа из раствора - носит название десорбции.

В абсорбционных процессах (абсорбция, десорбция) участвуют две фазы - жидкая и газовая и происходит переход вещества из газовой фазы в жидкую (при абсорбции) или, наоборот, из жидкой фазы в газовую (при десорбции). Таким образом, абсорбционные процессы являются одним из видов процессов массопередачи. На практике абсорбции подвергают большей частью не отдельные газы, а газовые смеси, составные части которых (одна или несколько) могут поглощаться данным поглотителем в заметных количествах. Эти составные части называют абсорбируемыми компонентами или просто компонентами, а непоглощаемые составные части - инертным газом.

Жидкая фаза состоит из поглотителя и абсорбированного компонента. Во многих случаях поглотитель представляет собой раствор активного компонента, вступающего в химическую реакцию с абсорбируемым компонентом; при этом вещество, в котором растворен активный компонент, будем называть растворителем. Инертный газ и поглотитель являются носителями компонента соответственно в газовой и жидкой фазах.

При физической абсорбции инертный газ и поглотитель не расходуются и не участвуют в процессах перехода компонента из одной фазы в другую.

При хемосорбции поглотитель может химически взаимодействовать с компонентом санитарной очистки газов, сбросный раствор, сливаемый (после обезвреживания) в канализацию.

Сочетание абсорбции с десорбцией позволяет многократно использовать поглотитель и выделять абсорбированный компонент в чистом виде. Для этого раствор после абсорбера направляют на десорбцию, где происходит выделение компонента, а регенерированный (освобожденный от компонента) раствор вновь возвращают на абсорбцию. При такой схеме (круговой процесс) поглотитель не расходуется, если не считать некоторых его потерь, и все время циркулирует - через систему абсорбер - десорбер - абсорбер.

В некоторых случаях (при наличии малоценного поглотителя) в процессе проведения десорбции отказываются от многократного применения поглотителя. При

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

этом регенерированный в десорбере поглотитель сбрасывают в канализацию, а в абсорбер подают свежий поглотитель.

Условия, благоприятные для десорбции, противоположны условиям, способствующим абсорбции. Для осуществления десорбции над раствором должно быть заметное давление компонента, чтобы он мог выделяться в газовую фазу. Поглотители, абсорбция в которых сопровождается необратимой химической реакцией, не поддаются регенерации путем десорбции. Регенерацию таких поглотителей можно производить химическим методом.

Области применения абсорбционных процессов в химической и смежных отраслях промышленности весьма обширны. Некоторые, из этих областей указаны ниже:

1. Получение готового продукта путем поглощения газа жидкостью. Примерами могут служить: абсорбция SO_3 в производстве серной кислоты; абсорбция HCl с получением соляной кислоты; абсорбция окислов азота водой (производство азотной кислоты) или щелочными растворами (получение нитратов) и т. д. При этом абсорбция проводится без последующей десорбции.

2. Разделение газовых смесей для выделения одного или нескольких ценных компонентов смеси. В этом случае применяемый поглотитель должен обладать возможно большей поглотительной способностью по отношению к извлекаемому компоненту и возможно меньшей по отношению к другим составным частям газовой смеси (избирательная, или селективная, абсорбция). При этом абсорбцию обычно сочетают с десорбцией в круговом процессе. В качестве примеров можно привести абсорбцию бензола из коксового газа, абсорбцию ацетилен из газов крекинга или пиролиза природного газа, абсорбцию бутадиена из контактного газа после разложения этилового спирта и т. п.

3. Очистка газа от примесей вредных компонентов. Такая очистка осуществляется прежде всего с целью удаления примесей, недопустимых при дальнейшей переработке газов (например, очистка нефтяных и коксовых газов от H_2S , очистка азотноводородной смеси для синтеза аммиака от CO_2 и CO , осушка сернистого газа в производстве контактной серной кислоты и т. д.). Кроме того, производят санитарную очистку выпускаемых в атмосферу отходящих газов (например, очистка топочных газов от SO_2 ; очистка от Cl_2 абгаза после конденсации жидкого хлора; очистка от фтористых соединений газов, выделяющихся при производстве минеральных удобрений, и т. п.).

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						12
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

В рассматриваемом случае извлекаемый компонент обычно используют, поэтому его выделяют путем десорбции или направляют раствор на соответствующую переработку. Иногда, если количество извлекаемого компонента очень мало и поглотитель не представляет ценности, раствор после абсорбции сбрасывают в канализацию.

4. Улавливание ценных компонентов из газовой смеси для предотвращения их потерь, а также по санитарным соображениям, например рекуперация летучих растворителей (спирты, кетоны, эфиры и др.).

Следует отметить, что для разделения газовых смесей, очистки газов и улавливания ценных компонентов наряду с абсорбцией применяют и иные способы: адсорбцию, глубокое охлаждение и др. Выбор того или иного способа определяется технико-экономическими соображениями. Обычно абсорбция предпочтительнее в тех случаях, когда не требуется очень полного извлечения компонента.

При абсорбционных процессах массообмен происходит на поверхности соприкосновения фаз. Поэтому абсорбционные аппараты должны иметь развитую поверхность соприкосновения между газом и жидкостью. Исходя из способа создания этой поверхности абсорбционные аппараты можно подразделить на следующие группы:

а) Поверхностные абсорберы, в которых поверхностью контакта между фазами является зеркало жидкости (собственно поверхностные абсорберы) или поверхность текущей пленки жидкости (пленочные абсорберы). К этой же группе относятся насадочные абсорберы, в которых жидкость стекает по поверхности загруженной в абсорбер насадки из тел различной формы (кольца, кусковой материал и т. д.), и механические пленочные абсорберы. Для поверхностных абсорберов поверхность контакта в известной степени определяется геометрической поверхностью элементов абсорбера (например, насадки), хотя во многих случаях и не равна ей.

б) Барботажные абсорберы, в которых поверхность контакта развивается потоками газа, распределяющегося в жидкости в виде пузырьков и струек. Такое движение газа (барботаж) осуществляется путем пропускания его через заполненный жидкостью аппарат (сплошной барботаж) либо в аппаратах колонного типа с различного типа тарелками. Подобный характер взаимодействия газа и жидкости наблюдается также в насадочных абсорберах с затопленной насадкой. В эту же группу входят барботажные абсорберы с перемешиванием жидкости механическими мешалками. В барботажных

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						13
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

абсорберах поверхность контакта определяется гидродинамическим режимом (расходами газа и жидкости).

в) Распыливающие абсорберы, в которых поверхность контакта образуется путем распыления жидкости в массе газа на мелкие капли. Поверхность контакта определяется гидродинамическим режимом (расходом жидкости). К этой группе относятся абсорберы, в которых распыление жидкости производится форсунками (форсуночные, или полые, абсорберы), в токе движущегося с большой скоростью газа (скоростные прямоточные распыливающие абсорберы) или вращающимися механическими устройствами (механические распыливающие абсорберы).

Приведенная классификация абсорбционных аппаратов является условной, так как отражает не столько конструкцию аппарата, сколько характер поверхности контакта. Один и тот же тип аппарата в зависимости от условий работы может оказаться при этом в разных группах. Например, насадочные абсорберы могут работать как в пленочном, так и в барботажном режимах. В аппаратах с барботажными тарелками возможны режимы, когда происходит значительное распыление жидкости и поверхность контакта образуется в основном каплями.

Из различных типов аппаратов в настоящее время наиболее распространены насадочные и барботажные тарельчатые абсорберы. При выборе типа абсорбера нужно в каждом конкретном случае исходить из физико-химических условий проведения процесса с учетом технико-экономических факторов.

Основные размеры абсорбера (например, диаметр и высота) определяют путем расчета, исходя из заданных условий работы (производительность, требуемая степень извлечения компонента и т. д.). Для расчета необходимы сведения по статике и кинетике процесса. Данные по статике находят из справочных таблиц, рассчитывают при помощи термодинамических параметров или определяют опытным путем. Данные по кинетике в значительной степени зависят от типа аппарата и режима его работы. Наиболее надежны результаты экспериментов, проведенных при тех же условиях. В ряде случаев подобные данные отсутствуют и приходится прибегать к расчету или опытам.

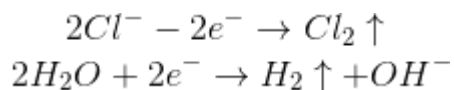
В настоящее время еще нет вполне надежного метода, позволяющего определять коэффициент массопередачи путем расчета либо на основе лабораторных или модельных опытов. Однако для некоторых типов аппаратов можно найти коэффициенты массопередачи с достаточно большой точностью при помощи расчета или сравнительно простых опытов.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						14
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1.2 Описание основного производства

В данной работе рассматривается электрохимическое получение гипохлорита натрия в электролизерах с применением оксидно-рутениевых титановых анодов (ОРТА) — это наиболее распространенные электроды, используемые в производстве хлора, гипохлоритов, хлоратов и других хлорпродуктов. Эти аноды представляют собой композитное покрытие из оксидов титана и рутения, нанесенных на специально подготовленную титановую основу. ОРТА обладают высокой коррозионной стойкостью в хлоридных растворах, а также низким перенапряжением выделения хлора по сравнению с другими анодами.

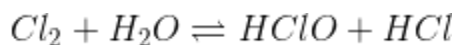
В процессе электролиза водных растворов хлорида натрия в электролизерах для получения гипохлорита натрия на аноде происходит разряд ионов Cl^- с образованием хлора, а на катоде в результате восстановления воды образуются гидроксид-ионы и водород. Процессы, протекающие при этом, описываются следующими уравнениями:



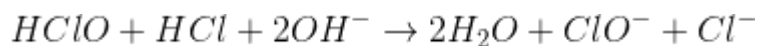
Одновременно с этими процессами на аноде могут происходить другие процессы, которые в данной работе не изучаются.

Соотношение между скоростями выделения на аноде хлора и кислорода определяется целым рядом факторов. Для обеспечения протекания анодного процесса с образованием хлора необходимо использовать соответствующий материал анода и поддерживать определенные условия электролиза: pH раствора электролита, содержание хлорида натрия в растворе электролита, плотность тока, температуру процесса.

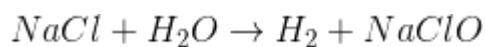
При интенсивном перемешивании электролита в зоне, прилегающей к электродам, электролиз раствора хлорида натрия можно проводить в условиях, при которых хлор, что выделяется, будет растворяться в электролите и подвергаться гидролизу с образованием малодиссоциированных хлорноватистой кислоты и соляной кислоты:



Образующиеся в результате протекания электродной реакции ионы OH^- реагируют с кислотами, образуя ионы гипохлорита и хлорида:

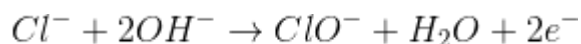


Суммарное уравнение электрохимического процесса можно представить в виде:

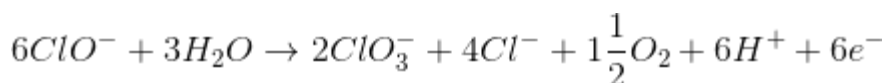


					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						15
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Некоторые исследователи высказывают предположение, что хлорокисные соединения, в частности гипохлорит натрия, могут образовываться также и за счет непосредственного окисления ионов Cl^- на аноде с образованием ионов ClO^- :



На выход по току гипохлорита натрия в процессе электролиза раствора $NaCl$ оказывают значительное влияние побочные процессы, при этом их количество увеличивается с повышением концентрации $NaClO$ в растворе электролита. При увеличении концентрации гипохлорита, а также при повышении pH раствора электролита начинает интенсифицировать процесс электрохимического окисления гипохлорита натрия:



процесс

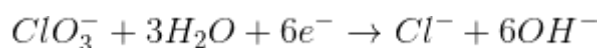
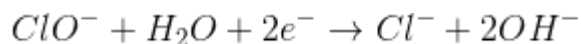
химического образования хлоратов:

Одновременно в объеме электролита происходит



Побочные процессы, протекающие на аноде и в объеме электролита, крайне нежелательные, так как помимо снижения выхода по току гипохлорита натрия в результате их протекания происходит загрязнение получаемого раствора хлоратом натрия.

На катоде протекают процессы электрохимического восстановления гипохлорита натрия, и, в некоторой степени, хлората натрия:



Скорость протекания этих процессов ограничивается скоростью подвода ионов ClO^- и ClO_3^- к катоду и возрастает при увеличении интенсивности перемешивания. Скорость подведения указанных ионов может быть заметно снижена путем введения в электролит добавок, образующих на катоде пористые пленки. Для этой цели широко используются соли хрома (бихроматы натрия или калия 4-10 г/л). Применяются также добавки $CaCl_2$. Однако действие хлорида кальция проявляется только в щелочной среде, а добавки хромовых солей загрязняют продукт. В последнее время предложено использовать катоды, выполненные из нержавеющей стали с высоким содержанием хрома или хромовым покрытием.

Перемешивания электролита ускоряет доставку ионов ClO^- и ClO_3^- к поверхности катода и снижает выход продукта вследствие катодного восстановления. Тем не менее на

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						16
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

практике электролиз ведут с перемешиванием электролита, так как это способствует более полной взаимоделиствия продуктов электродных реакций с образованием гипохлорита натрия и исключает потери хлора с электролизными газами.

Для устранения побочных процессов в процессе электролиза используют нейтральные растворы хлорида натрия высокой концентрации при возможно низкой температуре (обычно 20 - 25°C), ограничивают концентрацию гипохлорита натрия в электролите и поддерживают высокую плотность тока.

Проведение электролиза при высоких концентрациях хлорида натрия способствует снижению потенциала выделения хлора, сокращения потерь тока на выделение кислорода и увеличению выхода по току гипохлорита натрия. Кроме этого повышение концентрации хлорида натрия увеличивает электропроводность электролита и тем самым снижает напряжение на электролизере. Однако, если учитывать все показатели, влияющие на экономику процесса, то оказывается, что повышение концентрации NaCl в электролите увеличивает удельный расход хлорида натрия, так как снижается экономически оправдана степень превращения хлорида в гипохлорит. Обычно электролиза подвергают растворы, содержащие 50-100 г/л NaCl, а в некоторых случаях и около 20 г/л (морская вода).

1.3 Очистка от хлора и его соединений

Образование промышленных отходящих газов и вентиляционных выбросов, содержащих хлор, хлорид водорода и хлорорганические вещества, характерно для многих производств: получения хлора и щелочей методом электролиза поваренной соли, получения металлического магния методом электролиза хлорида, переработки цветных металлов методом хлорирующего обжига, получения соляной кислоты и хлорсодержащих неорганических и органических веществ. В последнее время источниками выделения HCl стали установки сжигания хлорсодержащих отходов.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						17
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

необходимой щелочности раствора. При использовании растворов NaOH и N_2CO_3 эффективность очистки повышается до 90-98 %.

Очистку газов водой или щелочными растворами проводят в абсорберах различной конструкции: в скрубберах Вентури, распыливающих, насадочных абсорберах и в колоннах с тарелками. Выбор аппарата зависит от объема и состава газов, их температуры, вида и концентрации примесей, эффективности аппаратов, а также направления дальнейшего использования получаемых сорбатов.

Эффективность очистки для насадочных абсорберов зависит от плотности орошения.

Например, при концентрации хлора в газе 4 г/м^3 при плотности орошения $2,5 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ в абсорбере диаметром 5 м с насадкой высотой 12,7 м эффективность очистки была 72 %, а при плотности орошения $5,1 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ - 88 %. Дальнейшее увеличение плотности орошения не повышает эффективность очистки, но образуются стоки с низкой концентрацией (0,3-0,4%) соляной кислоты. При осуществлении рециркуляции абсорбента возможно получение соляной кислоты 9-10 %-й концентрации. В тарельчатых колоннах эффективность очистки достигает 90-99 %.

Например, эффективность колонны с клапанными тарелками при расходе $0,5 \text{ кг/м}^3$ составляет 97,8 %.

Основным недостатком процесса очистки водой является образование тумана капельножидкой соляной кислоты, улавливание которого при прочих равных условиях происходит менее интенсивно.

Применение водных растворов NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или Na_2CO_3 для абсорбции хлора позволяет повысить эффективность очистки и одновременно нейтрализовать образующиеся стоки. Этот способ позволяет рекуперировать хлор с получением хлоридов некоторых металлов: CaCl_2 , FeCl_3 , ZnCl_2 , BaCl_2 , NaCl . Наиболее дешевым из этих абсорбентов является гидроксид кальция (известковое молоко). После абсорбции раствор хлорида кальция упаривают, например, в аппаратах с горелками погружного горения. Для обезвоживания раствора можно использовать также распылительную сушилку.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						19
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

2. Технологический расчет насадочного абсорбера

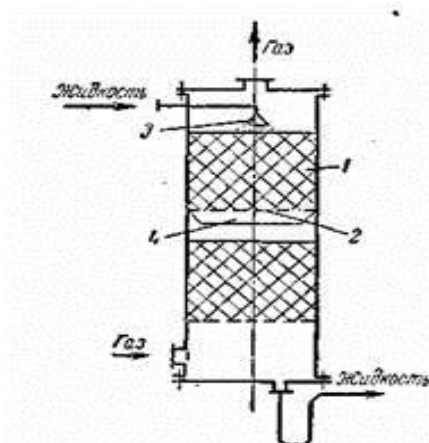


Рис 2 – Насадочный абсорбер

Исходные данные:

Абсорбтив - хлор (Cl_2)

Абсорбент - раствор щелочи NaOH

Абсорбат - Насадочный абсорбер.

Давление в абсорбере $p - 4 \text{ МПа}$.

Целью расчета является определение высоты и диаметра абсорбера, то необходимо определить скорости фаз и поверхность массопередачи.

Поверхность массопередачи определим из основного уравнения массопередачи:

$$F = \frac{M}{K_x \Delta x_{cp}} = \frac{M}{K_y \Delta y_{cp}}, \quad (1)$$

где M – масса поглощаемого в-ва, кг/с ;

K_x, K_y – коэффициенты массопередачи соответственно по жидкой и газовой фазам, $\text{кг(м}^2\text{с)}$;

$\Delta x_{cp}, \Delta y_{cp}$ – движущая сила абсорбции, выражаемая соответственно в единицах концентраций жидкой и газовой фаз.

В расчетах будем использовать концентрации, выраженные в относительных единицах $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$.

Использование относительных концентраций распределяемого компонента позволяет минимизировать уравнение равновесных концентраций и значительно упростить расчеты.

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						20
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Нагрузки по фазам соответственно будем выражать в массовых расходах носителей, кг/с.

Для решения уравнения (1) определим M , и $\overline{\Delta x_{cp}}, \overline{\Delta y_{cp}}$

2.1 Определение расхода поглотителя и массы поглощаемого вещества

Массу хлора (Cl_2), переходящих в процессе абсорбции из газовой смеси (Г) в поглотитель (раствор щелочи NaOH) за единицу времени, находят из уравнения материального баланса:

$$M = G(\overline{Y}_n - \overline{Y}_k) = L(\overline{x}_k - \overline{x}_n), \quad (2)$$

где G, L – расходы в соответствии с этим чистейшего поглотителя и инертной части газа, кг/с, $\overline{x}_n, \overline{x}_k$ – начальная и конечная концентрация жидкости кг/кг; $\overline{y}_n, \overline{y}_k$ – начальная и конечная концентрации газа, кг/кг.

Сформулируем составы фаз, нагрузки по газу жидкости в выбранной для расчета размерности

$$\overline{y}_n = \frac{M_A \cdot \overline{y}_n}{M_B \cdot (1 - \overline{y}_n)} \quad (3)$$

где ρ_{oy} – плотность хлора при нормальных условиях, $\rho_{oy} = 0,44 \text{ кг} / \text{м}^3$

По уравнению (3) получим:

$$\overline{y}_n = \frac{1.17 \cdot 17 \cdot 0.07}{29(1 - 0.07)} = 0.051 \text{ кг} / \text{кг};$$

$$\overline{x}_n = \frac{17 \cdot 0.013}{18(1 - 0.0013)} = 0.0012 \text{ кг} / \text{кг};$$

$$\varepsilon = \frac{\overline{y}_n - \overline{y}_k}{\overline{y}_n} = \frac{\overline{y}_n - \overline{y}_k}{\overline{y}_n}$$

$$\overline{y}_k = 0.051(1 - 0.92) = 0.00408 \text{ кг} / \text{кг};$$

Для выполнения дальнейших расчетов построим линии равновесных и рабочих концентраций рассматриваемого процесса абсорбции.

Уравнение линии равновесных концентраций имеет вид:

$$\overline{y}^* = m\overline{x}, \quad (4)$$

где \overline{x} – относительная концентрация БУ в жидкой фазе М, кмоль/кмоль М;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						21
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

\bar{y}^* - равновесная соответствующая значению \bar{x} концентрация хлора в газе (Г), кг/кг;

m – коэффициент распределения, кг/кг (тангенс угла наклона линии равновесия) $m = 1,3$ [1].

Задаваясь значениями \bar{x} от 0 до 0.05 по уравнению (4) рассчитаем соответствующие им значения равновесных концентраций \bar{y}^* . Результаты расчета сведем в таблицу 1

Таблица 1.

Равновесные составы системы хлор-щелочь:

\bar{x} кг/кг	0	0,006	0,02	0,0135	0,025	0,03	0,035
\bar{y}^* кг/кг	0	0,0056	0,023	0,0172	0,0295	0,036	0,0335

По данным таблицы 1 на $\bar{y} - \bar{x}$ - диаграмме [14] строим линию равновесия $\bar{y}^* = f(\bar{x})$ - прямая 1.

Для построения линии рабочих концентраций АВ – прямая 2 ($\bar{y} = l\bar{x} + B$) определим конечную концентрацию хлора в поглотительном масле \bar{x}_k , которая обуславливает его расход и влияет на размеры и гидравлическое сопротивление абсорбера.

По этой причине \bar{x}_k выбираю, исходя из рационального расхода поглотителя, который для химических производств в 1,5 раза больше минимального L_{\min} . [1,4].

Из уравнения материального баланса

$$M = L_{\min}(\bar{x}_p^* - \bar{x}_n) = 1,2L_{\min}(\bar{x}_p - \bar{x}_n), \quad (5)$$

$$\bar{x}_k = \frac{(\bar{x}_{y^*} + 0,2\bar{x}_n)}{1,2},$$

откуда

где \bar{x}_p^* - концентрация хлора в жидкости, равновесная с газом начального состава.

По рисунку 1 $\bar{x}_{yn} = 0,0375 \text{ кг} / \text{кг}$

По уравнению (5)

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						22
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$\overline{x_k} = \frac{(0,0375 + 0,2 \cdot 0,0012)}{1,2} = 0,0314_{\text{кг}} / \text{кг}$$

Из уравнения (5) расход щелочи (поглотителя) равен:

$$L = \frac{M}{x_k - x_n} = \frac{0,005}{0,0314 - 0,0012} = 1,65_{\text{кг}} / \text{с}$$

Удельный расход поглотителя (на 1 кг инертной части газа)

$$l = \frac{L}{G} = \frac{1,65}{0,353} = 4,69_{\text{кг}} / \text{кг}$$

2.2 Определение движущей силы процесса

Движущей силой процесса абсорбции является степень отклонения системы от состояния равновесия. Следовательно, в каждой точке по высоте абсорбера она может быть рассчитана как разность между рабочей и соответствующей ей равновесной концентрациями. Поскольку движущая сила по высоте абсорбера меняется, то для расчета её среднего значения необходимо определить движущие силы по концам абсорбера (внизу и сверху).

В случае линейной равновесной зависимости среди составов фаз определим двигающую силу в единицах концентрации газовой фазы [9]:

$$\Delta y_{cp} = \frac{\overline{\Delta y_{\delta}} - \overline{\Delta y_m}}{\ln \frac{\overline{\Delta y_{\delta}}}{\overline{\Delta y_m}}} \quad (6)$$

где $\overline{\Delta y_{\delta}} = \overline{y_n} - \overline{y_{x_k}^*}$ - большая движущая сила;

$\overline{\Delta y_m} = \overline{y_k} - \overline{y_{x_n}^*}$ - меньшая движущая сила.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						23
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

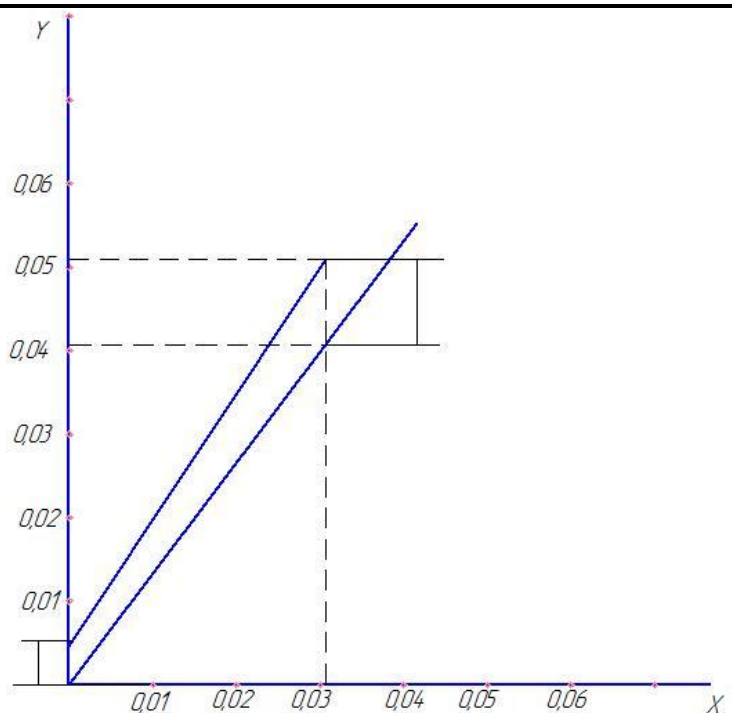


Рис 3 График рабочей и равновесной концентраций.

Значения равновесных концентраций, соответствующих начальной концентрации хлора в газе - $\overline{y_{x_k}^*}$ и конечной концентрации хлора в газе - $\overline{Y_{x_H}^*}$, определим по рисунку 1:

$$\overline{y_{x_k}^*} = 0,041 \text{ кг} / \text{кг} \quad , \quad \overline{Y_{x_H}^*} = 0 \text{ кг} / \text{кг} \quad .$$

Тогда движущие силы по концам абсорбера:

$$\Delta \overline{y_{\bar{b}}} = 0,051 - 0,041 = 0,01 \text{ кг} / \text{кг}$$

$$\Delta \overline{y_{\bar{m}}} = 0,004 - 0 = 0,004 \text{ кг} / \text{кг}$$

По формуле (6) средняя движущая сила:

$$\Delta \overline{y_{cp}} = \frac{0,01 - 0,004}{\ln \frac{0,01}{0,004}} = 0,0065 \text{ кг} / \text{кг}$$

Определим число ступеней изменения концентрации в абсорбере графическим методом:

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						24
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

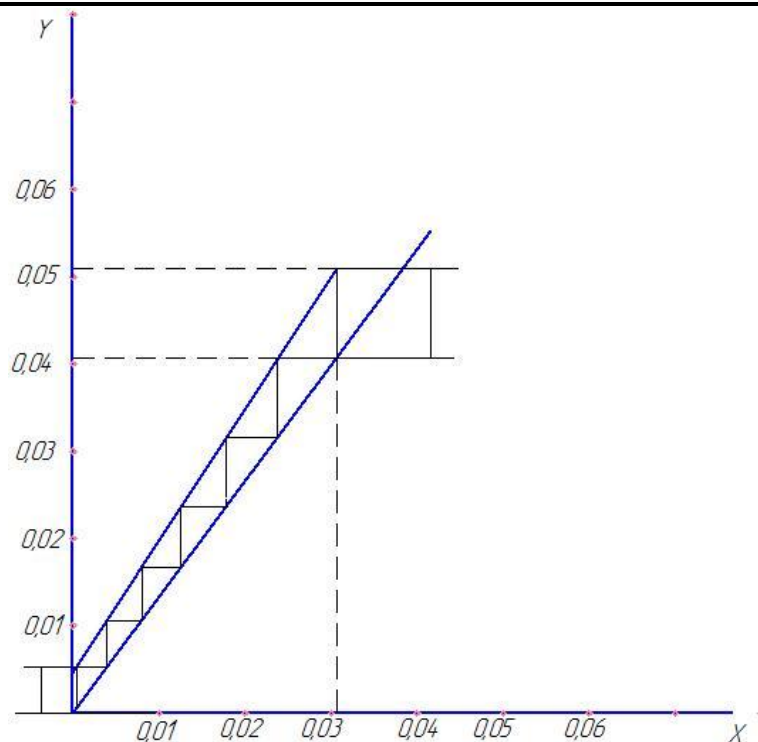


Рис 4 График определения числа ступеней изменения концентрации.

$$n^{cped} = 6,5$$

Данное значение будем использовать для дальнейшего расчета.

Средняя движущая сила процесса будет равна:

$$\Delta \bar{Y}_{cp} = \frac{0,051 - 0,00408}{6,5} = 0,0072 \frac{\text{кг} \text{ A}}{\text{кг} \text{ Г}}$$

2.3 Расчет коэффициента массопередачи

Коэффициент массопередачи K_y зависит от коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе β_x и газовой фазе β_y и связан с ними уравнением [2]:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \quad (7)$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_x}} \quad (8)$$

Единицы измерения $K_x, K_y, \beta_x, \beta_y$ – $\text{кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$.

m – тангенс угла наклона линии равновесия.

Коэффициенты массоотдачи имеют одинаковую размерность с коэффициентом массопередачи, хотя физический смысл их другой: коэффициенты массоотдачи β_x (в фазе

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						25
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Φ_x) и β_y (в фазе Φ_y) показывают, какое количество вещества передается от плоскости раздела фаз в ядро фазы (или в противоположном направлении) через единицу поверхности в единицу времени при движущей силе равной единице.

Выбираем титановые насадки ТВ 1-0 размером 50x50x5 м. Удельная поверхность насадки, $a = 90 \text{ м}^3/\text{м}^3$, эквивалентный диаметр $d_3 = 0,035 \text{ м}$, свободный объем (порозность) $E = 0,785 \text{ м}^3 / \text{м}^3$, насыпная плотность $\rho = 530 \text{ кг} / \text{м}^3$.

2.3.1 Расчет коэффициента массоотдачи в газовой фазе

Для выбранной титановой хордовой насадки (регулярная насадка) коэффициент массоотдачи в газовой фазе β_y находят из уравнения [2-3].

$$\beta_y = 0,167 \left(\frac{D_y}{d_3} \right) \text{Re}_e^{0.74} \text{Pr}_e^{0.33} \left(\frac{l}{d_3} \right)^{-0.47} \quad (8)$$

$$D_y = \frac{4,3 \cdot 10^{-8} T^{3/2}}{P \left(g_{\text{NH}_3}^{1/3} + g_B^{1/3} \right)^2} \sqrt{\frac{1}{M_{\text{NH}_3}} + \frac{1}{M_B}} \quad (9)$$

По формуле (11) коэффициент диффузии в газе:

$$D_y = \frac{4,3 \cdot 10^{-8} \cdot 293^{3/2}}{1,033 \left(21^{1/3} + 29,9^{1/3} \right)^2} \sqrt{\frac{1}{17} + \frac{1}{29}} = 1,82 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

Критерий Рейнольдса для газовой фазы в насадке характеризует режим движения газа в каналах насадки (зернистого слоя) и рассчитывается по формуле:

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_3 \cdot \rho_y}{E \cdot \mu_y}$$

Из характеристики насадки хордовой титановой выбираем: $E = 0,785 \text{ м}^3 / \text{м}^3$, $d_3 = 0,035 \text{ м}$.

Средняя плотность хлора при нормальных условиях $\rho_{oy} = 0,8 \text{ кг} / \text{м}^3$ [14].
Посчитаем плотность газа на условиях в абсорбере по формуле:

$$\rho_y = \frac{T_0}{T} \frac{M_{cm}}{22,4} \quad (11)$$

где $T_0 = 273^\circ\text{K}$ – абсолютная температура;

$M_{cm} = 28,16 \text{ г} / \text{моль}$ – молярная масса смеси;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						26
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$t = 20^{\circ}\text{C}$, $p = 1 \cdot 10^6 \text{ Па}$ - температура и давление в абсорбере.

По формуле (13)

$$\rho_y = \frac{273}{293} \cdot \frac{28,16}{22,4} = 1,17 \text{ кг/м}^3$$

Вязкость хлора при температуре $t = 20^{\circ}\text{C}$ [4]: $\mu_y = 0,018 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$

Рабочую скорость газа в колонне примем равной $\omega = 0,4 \omega_{np}$,

где ω_{np} - предельная скорость газа в колонне, выше которой наступает захлебывание насадочных абсорберов.

Предельную скорость газа можно рассчитать по уравнению [9]

$$\lg \left[\frac{\omega_{np}^2 \cdot a}{g E^3} \frac{\rho_y}{\rho_x} \left(\frac{\mu_y}{\mu_x} \right)^{0,16} \right] = A - B \left(\frac{L}{G} \right)^{1/4} \left(\frac{\rho_y}{\rho_x} \right)^{1/8} \quad (12)$$

где μ_y, μ_x - вязкость поглотителя при температуре в абсорбере и аммиака при 18°C соответственно:

при $t = 20^{\circ}\text{C}$ $\mu_x = 1,056 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$,

при $t = 20^{\circ}\text{C}$ $\mu_y = 0,018 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$; L и G – расходы жидкой и газовой фаз, кг/с;

$L/G = l = 4,69 \text{ кг/кг}$;

A, B – коэффициенты, зависящие от типа насадки:

$A = -0,073$, $B = 1,75$ [1]. $\rho_y = 0,8 \text{ кг/м}^3$ - плотность хлора в абсорбере; $\rho_x = 996 \text{ кг/м}^3$

- плотность щелочи при условиях в абсорбере.

С учетом вышеперечисленного уравнение (12) примет вид:

$$\lg \left[\frac{\omega_{np}^2 \cdot 90}{9,81 \cdot 0,785^3} \frac{0,8}{996} \left(\frac{0,018 \cdot 10^{-3}}{1,056 \cdot 10^{-3}} \right)^{0,16} \right] = -0,073 - 1,75 (4,69)^{1/4} \left(\frac{0,8}{996} \right)^{1/8}$$

или $\lg(\omega_{np}^2 \cdot 0,008) = -1,12$

Отсюда $\omega_{np} = 3 \text{ м/с}$

По формуле (10)

$$\text{Re}_y = \frac{1,2 \cdot 0,035 \cdot 0,8}{0,785 \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}} = 2378$$

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						27
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы рассчитывается по уравнению

$$\text{Pr}_y = \frac{\mu_y}{\rho_y D_y} \quad (13)$$

где μ_y, ρ_y, D_y - динамическая вязкость, плотность и коэффициент диффузии по газовой фазе, соответственно: $\text{Па} \cdot \text{с}, \text{кг} / \text{м}^3, \text{м}^2 / \text{с}$.

По уравнению (13)

$$\text{Pr}_y = \frac{0,018 \cdot 10^{-3}}{1,17 \cdot 1,82 \cdot 10^{-6}} = 8,45$$

Коэффициент массоотдачи в газовой сфере по формуле (8)

$$\beta_y = 0,167 \frac{1,82 \cdot 10^{-6}}{0,035} \cdot 2378^{0,74} \cdot 8,45^{0,33} \left(\frac{0,1}{0,035} \right)^{-0,47} = 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ м} / \text{с}.$$

Выразим β_y в выбранной для расчета размерности по формуле

$$\beta'_y = \beta_y (\rho_y - y_{cp}) \quad (14)$$

где $\rho_y = 0,8 \text{ кг} / \text{м}^3$ - плотность газа при условиях в абсорбере;

$$y_{cp} = \frac{y_n + y_k}{2} = \frac{0,051 + 0,004}{2} = 0,0275 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad - \text{средняя концентрация хлора в газе.}$$

По формуле (14)

$$\beta'_y = 0,00335(0,8 - 0,0275) = 2,58 \cdot 10^{-3} (\text{м} / \text{с})$$

2.3.2 Расчет коэффициента массоотдачи в жидкой фазе

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе β_x находят из общего уравнения [4]

$$\text{Nu}_x = 0,0021 \text{Re}_x^{0,75} \text{Pr}_x^{0,5} \quad (15)$$

где $\text{Nu}_x = \beta_x \delta_{np} / D_x$ - диффузионный критерий Нуссельта для жидкой фазы.

Из уравнения (15) коэффициент массоотдачи в жидкой фазе $\beta_x (\text{м} / \text{с})$ равен:

$$\beta_x = 0,0021 \left(\frac{D_x}{\delta_{np}} \right) \text{Re}_x^{0,75} \text{Pr}_x^{0,5} \quad (16)$$

где D_x - средний коэффициент диффузии хлора в каменноугольном масле, $\text{м}^2 / \text{с}$;

δ_{np} - приведенная толщина стекающей пленки жидкости, м;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						28
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Re_x - модифицированный критерий Рейнольдса для стекающей по насадке пленки жидкости;

Pr_x - диффузионный критерий Прандтля для жидкости.

Для расчета коэффициента диффузии в разбавленных растворах рекомендуется уравнение [14]:

$$D_x = 7,4 \cdot 10^{-12} (\beta M)^{0,5} \frac{T}{\mu_x g_{NH_3}^{0,6}} \quad (17)$$

где $\beta = 2.6$ - параметр, учитывающий ассоциацию молекул; $T = 293$ К - температура;

$M = 18$ кг/кмоль - мольная масса щелочи;

$g_{NH_3} = 96$ см³/моль - мольный объем хлора;

$\mu_x = 1,062 \cdot 10^{-3}$ мПа·с - вязкость щелочи при условиях в абсорбере.

По уравнению (17)

$$D_x = 7,4 \cdot 10^{-12} (2,6 \cdot 18)^{0,5} \frac{293}{1,062 \cdot 10^{-3} \cdot 21^{0,6}} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$$

Приведенную толщину стекающей пленки жидкости рассчитывают по формуле [4]

$$\delta_{np} = \left(\frac{\mu_x^2}{g \rho_x^2} \right)^{1/3} \quad (18)$$

где $\mu_x = 1,056 \cdot 10^{-3}$ Па·с - динамическая вязкость щелочи при условиях в абсорбере;

$\rho_x = 996$ кг/см³ - плотность щелочи при условиях в абсорбере;

$g = 9,81$ м/с² - ускорение силы тяжести.

По формуле (18)

$$\delta_{np} = \left[\frac{(1,056 \cdot 10^{-3})^2}{9,81 \cdot 996^2} \right]^{1/3} = 4,85 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Диффузионный критерий Прандтля рассчитывают по уравнению

$$Pr_x = \frac{\mu_x}{\rho_x D_x} = \frac{1,056 \cdot 10^{-3}}{996 \cdot 2,24 \cdot 10^{-6}} = 0,47$$

Модифицированный критерий Рейнольдса для стекающей по насадке пленки жидкости определяют по формуле:

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						29
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$Re_x = \frac{4g\rho_x}{\alpha\mu_x} \quad (19)$$

где $\rho_x\mu_x$ -плотность и вязкость щелочи при условиях в абсорбере, кг/м³ и Па с;

α – удельная поверхность насадки, м²/м³,

g - плотность орошения, м³/м²с.

Плотность орошения рассчитывают по уравнению:

$$g = \frac{L}{\rho_x \cdot S} \quad (20)$$

где $L = 1,65$ кг/с;

$\rho_x = 996 \text{ кг} / \text{м}^3$ - плотность воды;

S – площадь сечения абсорбера м.

Диаметр абсорбера находят из уравнения расхода:

$$D = \sqrt{\frac{4g}{\pi\omega}}$$

где g - объемный расход газа при условиях в абсорбере, м³/с;

ω - рабочая скорость газа в абсорбере, м/с.

Объемный расход газа при условиях в абсорбере:

$$D = \sqrt{\frac{4g_0 \frac{T_0 + t}{T_0} \frac{P_0}{P}}{\pi\omega}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.237 \frac{273 + 20}{273} \frac{1 \cdot 10^6}{1,013 \cdot 10^5}}{3,14 \cdot 1,2}} = 1,065 \text{ м}$$

Из нормального ряда диаметров колоны для химической нефтеперерабатывающей промышленности [14] выбираем ближайший диаметр колонны $D = 1,2$ м. При этом действительная скорость газа в колонне:

$$\omega = 1,2 \left(\frac{1,63}{1,66} \right)^2 = 1,17 \text{ м} / \text{с}.$$

По уравнению (20):

$$g = \frac{1,65}{996 \cdot 2,13} = 0,77 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{с}$$

Тогда по уравнению (19):

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						30
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе β_x по уравнению (18):

$$\beta_x = 0,0021 \frac{2,24 \cdot 10^{-6}}{4,85 \cdot 10^{-5}} \cdot 32^{0,75} 0,47^{0,5} = 0,0008$$

Выразим β_x в выбранной для расчета размерности:

$$\beta'_x = \beta_x (\rho_x - C_{x,cr}) = 0,0008(996 - 13) = 0,7864 \text{ м/с}$$

По уравнению (7) определяем коэффициент массоотдачи в газовой фазе:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{0,00258} + \frac{1,3}{0,7864}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{1,3 \cdot 0,00258} + \frac{1}{0,7864}} = 3,34 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

2.4 Расчет высоты абсорбера

По уравнению (1) поверхность массопередачи в абсорбере:

$$F = \frac{0,005}{0,0025 \cdot 0,0065} = 307,7 \text{ м}^2$$

Высота насадки, необходимая в абсорбере для создания этой поверхности массопередачи:

$$H = \frac{F}{0,785 D^2 \alpha \psi} = \frac{307,7}{0,785 \cdot 1,65^2 \cdot 90 \cdot 0,44} = 3,63 \text{ м}$$

где $\psi = 0,44$ - доля активной поверхности насадки (принимаем предварительно)

Расстояние между днищем абсорбера и насадкой z_H определяется необходимостью равномерного распределения газа по поперечному сечению колонны. Расстояние от верха насадки до крышки абсорбера z_B зависит от размеров распределительного устройства для орошения насадки и от высоты сепарационного пространства (в котором часто устанавливают устройства для предотвращения брызгоуноса из колонны)

По [5] примем эти расстояния равными соответственно 1,4 и 2,5 м. Тогда общая высота одного абсорбера:

$$H_a = H_H + z_B + z_H = 3,63 + 1,4 + 2,5 = 7,53 \text{ м}$$

Выбираем стандартный высотой 7560 мм.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		31

2.5 Определение высоты насадного слоя через высоту единиц переноса

Высота слоя насадки определяется по формуле:

$$H = h_{0y} \cdot n_{0y}, \quad (21)$$

Где h_{0y} – высота единицы переноса, м;

n_{0y} - общее число единиц переноса.

$$n_{0y} = (\overline{Y_H} - \overline{Y_K}) / \overline{\Delta Y_{Cp}} \quad (22)$$

$$n_{0y} = (0,051 - 0,004) / 0,0065 = 7,2$$

Определим высоту единиц переноса:

$$h_{0y} = \frac{G}{K_y \cdot S \cdot a}; \quad (23)$$

$$h_{0y} = \frac{0,353}{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,0096 \cdot 90} = 0,54 \text{ м}$$

По формуле 21 определим высоту слоя насадки:

$$H = 0,54 \cdot 7,2 = 3,95 \text{ м}$$

2.6 Гидравлическое сопротивление абсорбера

Гидравлическое сопротивление ΔP обуславливается энергетические затраты на транспортировку газового потока через абсорбер. Величину ΔP рассчитывают по формуле [9,15]:

$$\Delta P = \Delta P_c \cdot 10^{\epsilon_g} \quad (22)$$

где ΔP_c - гидравлическое сопротивление сухой насадки, Па;

g - плотность орошения, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{с})$;

ϵ - коэффициент, значение которого для различных насадок приведены в [4].

Для титановой хордовой насадки ϵ - 169

Гидравлическое сопротивление сухой насадки ΔP_c определяют по уравнению Дарси-Вейсбаха [4].

$$\Delta P_c = \lambda \frac{H}{d_s} \frac{\omega_0^2}{2} \rho_y \quad (23)$$

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						32
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

где λ - коэффициент гидравлического трения;

H – высота насадки в абсорбере, м;

d_3 – эквивалентный диаметр насадки, м;

ω_0 - скорость газа в свободном сечении колонны, м/с;

ρ_y - плотность газа при условиях в абсорбере.

Значения вышеперечисленных параметров:

$$d_3 = 0,035 \text{ м}, H = 3,63 \text{ м}, \rho_y = 0.8 \text{ кг/м}^3$$

Скорость газа в свободном сечении колонны (фиктивная скорость):

$$\omega_0 = \frac{\omega}{E} = \frac{1,17}{0,785} = 1,5 \text{ м/с}$$

Для насадки:

$$\lambda = \frac{16}{\text{Re}_y^{0.2}} = \frac{16}{2378^{0.2}} = 3.38$$

По формуле (23):

$$\Delta P_c = 3,38 \frac{3,63}{0,035} \frac{1,5^2}{2} 0,8 = 313 \text{ Па}$$

По формуле (22):

$$\Delta P = 313 \cdot 10^{169 \cdot 0,00137} = 533 \text{ Па}$$

Общее сопротивление системы абсорбера будет больше на величину гидравлических сопротивлений газопроводов, соединяющих абсорберы.

2.7 Гидравлический расчет

Необходимо рассчитать трубопровод и подобрать марку центробежного насоса в схеме.

Вода центробежным насосом 1 из сборника 2 подается в абсорбционную колонну 3.

Расход воды $V = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$. Вода подается по трубопроводу длиной $l = l_{\text{вс}} + l_{\text{н}} = 6 + 18 = 24 \text{ м}$.

Длина трубопровода от насоса до теплообменника $l_{\text{н}}' = 18 \text{ м}$,

высота всасывания $h_{\text{вс}} = 3 \text{ м}$,

максимальная высота подъема сока $H = 12 \text{ м}$.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						33
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

2.7.1 Разделение трубопроводной линии на участки

Трубопровод состоит из напорной и всасывающей линий.

Напорная линия – участок трубопровода от насоса до абсорбера.

Всасывающая линия – трубопровод от сборника до насоса, по которому поступает вода.

2.7.2. Определение геометрических характеристик участков трубопровода, скоростей и режимов движения жидкости в ней

Диаметры напорного и всасывающего трубопроводов определяются из уравнения

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi v}} \quad (24)$$

расхода по следующей формуле

где v – средняя скорость движения жидкости, м/с.

Скорость движения жидкости на всасывающем участке трубопровода выбираем из интервала $v_{вс}=0,8-1,1$ м/с, примем $v_{вс}=0,8$ м/с, по формуле (24) определяем диаметр всасывающего трубопровода

$$d_{вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,8}} = 0,051 \text{ м}$$

Скорость движения жидкости на напорном участке трубопровода от насоса до абсорбера выбираем из интервала $v_{вс}=1,1-1,5$ м/с, примем $v_{вс}=1,1$ м/с, по формуле (24) определяем диаметр напорного трубопровода

$$d_{н} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,041 \text{ м}$$

Так как для изготовления трубопровода используются стандартные трубы, то расчетные диаметры всасывающего и напорного трубопроводов необходимо округлить до ближайшего размера по государственному стандарту. Учитывая характеристики среды, выбираем по ГОСТ 5632-72 для всасывающего участка трубопровода бесшовную трубу из стали 20 Ø 63x4 $d_{вс}=0,055$ м, для напорного участка трубопровода бесшовную трубу из стали 20 Ø 53x4 $d_{н}=0,045$ м, эквивалентная шероховатость труб $K_{эКВ}=0,2$ мм.

Уточним скорости движения сока в трубопроводе по следующей формуле

$$v = \frac{4 \cdot V}{3,14 \cdot d^2},$$

где V – объемного расхода жидкости в теплообменнике, м³/с;

d – внутренний диаметр труб, м;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						34
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Всасывающий участок трубопровода

$$v_{вс} = \frac{4 \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,055^2} = 0,7 \text{ м/с.}$$

Напорный участок трубопровода

$$v_n = \frac{4 \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,045^2} = 1,03 \text{ м/с.}$$

Для установления режима движения жидкости в трубах необходимо рассчитать число Рейнольдса

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu}, \quad (25)$$

где v - скорость движения воды в трубе, м/с;

d – внутренний диаметр трубок, м;

μ - динамическая вязкость воды, Па·с.

Всасывающий участок трубопровода

$$Re = \frac{0,7 \cdot 0,055}{1,01 \cdot 10^{-6}} = 38118$$

Режим движения жидкости турбулентный.

Напорный участок трубопровода

$$Re = \frac{1,03 \cdot 0,045}{1,01 \cdot 10^{-6}} = 45891$$

Режим движения жидкости турбулентный.

2.7.3 Расчет сопротивления сети трубопровода

Различают два вида потерь напора: потери по длине и потери в местных сопротивлениях.

Полное гидравлическое сопротивление на каждом из участков (в м),

$$h = h_{тр} + h_{м.с.} \quad (26)$$

где $h_{тр}$ – потери по длине, м;

$h_{м.с.}$ – потери в местных сопротивлениях, м.

Сопротивление трения определим по формуле Дарси-Вейсбаха

$$h_{тр} = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (27)$$

где λ – гидравлический коэффициент трения;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						35
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

L – длина трубопровода, м;

d – внутренний диаметр теплообменных труб, м;

v – скорость потока теплоносителя в теплообменнике м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²; $g = 9,81$ м/с²,

Для определения λ необходимо уточнить, являются ли выбранные трубы шероховатыми или гидравлически гладкими. Для этого сравним абсолютную шероховатость Δ (м) и толщину вязкого подслоя δ (м).

Абсолютную шероховатость Δ определим по формуле

$$\Delta = \frac{K_{\text{экв}}}{0,5 \div 0,7} \quad (28)$$

где $K_{\text{экв}}$ – эквивалентная шероховатость выбранных труб, м, принимаем

$K_{\text{экв}} = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м, тогда

$$\Delta = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,6} = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Толщину вязкого подслоя δ определяем по формуле

$$\delta = 11,6 \cdot \frac{d_{\text{вн}}}{\text{Re}} \cdot \sqrt{\frac{8}{\lambda_{\text{гЛ}}}} \quad (29)$$

где Re – число Рейнольдса,

$\lambda_{\text{гЛ}}$ – значение гидравлического коэффициента трения для гидравлически гладких труб.

При $4000 < \text{Re} < 10^5$ значение гидравлического коэффициента трения для гидравлически гладких труб определяется по формуле Блазиуса

$$\lambda_{\text{гЛ}} = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} \quad (30)$$

При $\text{Re} > 10^5$ значение гидравлического коэффициента трения для гидравлически гладких труб определяется по формуле по формуле Конакова

$$\lambda_{\text{гЛ}} = \frac{1}{(1,8 \cdot \lg \text{Re} - 1,5)} \quad (31)$$

Для определения λ необходимо проверить выбранные трубы на шероховатость, сравнив абсолютную шероховатость Δ и толщину вязкого подслоя δ . Если $\delta > \Delta$, то трубы считаются гидравлически гладкими, если же $\delta < \Delta$, то трубы считаются гидравлически

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						36
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

шероховатыми и необходим пересчет значения коэффициента гидравлического трения по формуле Френкеля

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left[\frac{\Delta}{3.7d} + \left(\frac{6.81}{\text{Re}} \right)^{0.9} \right] \quad (32)$$

Местное сопротивление $h_{\text{м.с.}}$ определяем по формуле Вейсбаха

$$h_{\text{м.с.}} = \Sigma \xi \cdot \frac{\omega^2}{2 \cdot g} \quad (33)$$

где $\Sigma \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Всасывающий участок трубопровода

Определяем значение гидравлического коэффициента трения для гидравлически гладких труб по формуле (30), $4000 < \text{Re} = 38118 < 10^5$

$$\lambda_{\text{эл}} = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0.25}} = \frac{0,3164}{38118^{0.25}} = 0,022$$

Рассчитываем значение толщины вязкого подслоя по формуле (29)

$$\delta = 11,6 \cdot \frac{d_{\text{вн}}}{\text{Re}} \cdot \sqrt{\frac{8}{\lambda_{\text{эл}}}} = 11,6 \cdot \frac{0,055}{38118} \cdot \sqrt{\frac{8}{0,022}} = 0,31 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Так как $\Delta < \delta$, приходим к выводу, что трубы являются гидравлически гладкими, поэтому пересчет коэффициента гидравлического сопротивления не требуется.

На рассматриваемом участке трубопровода потери по длине составляют по формуле Дарси-Вейсбаха (27)

$$h_{\text{тр.вс}} = \lambda \frac{l_{\text{вс}}}{d_{\text{вс}}} \cdot \frac{v_{\text{вс}}^2}{2g} = 0,022 \frac{6}{0,055} \cdot \frac{0,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,08 \text{ м.}$$

На рассматриваемом участке трубопровода 2 местных сопротивления: вход в трубопровод и поворот под углом 90° ($\xi_{\text{вх}}=0,5$, $\xi_{\text{пов}}=0,5$)

Потери напора в местных сопротивлениях по (33)

$$h_{\text{мс.вс}} = (\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{пов}}) \cdot \frac{v_{\text{вс}}^2}{2 \cdot g} = (0,5 + 0,5) \cdot \frac{0,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,05 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на всасывающем участке составят по формуле (26)

$$h_{\text{вс}} = h_{\text{тр.вс}} + h_{\text{мс.вс}} = 0,08 + 0,05 = 0,13 \text{ м.}$$

Напорный участок трубопровода:

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						37
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Определяем значение гидравлического коэффициента трения для гидравлически гладких труб по формуле (3.13), $4000 < Re = 45891 < 10^5$

$$\lambda_{\text{гл}} = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} = \frac{0,3164}{45891^{0,25}} = 0,021$$

Рассчитываем значение толщины вязкого подслоя по формуле (29)

$$\delta = 11,6 \cdot \frac{d_{\text{вн}}}{Re} \cdot \sqrt{\frac{8}{\lambda_{\text{гл}}}} = 11,6 \cdot \frac{0,045}{45891} \cdot \sqrt{\frac{8}{0,021}} = 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Так как $\Delta < \delta$, приходим к выводу, что трубы являются гидравлически гладкими, следовательно, $\lambda = 0,22 \cdot 10^{-3}$.

На рассматриваемом участке трубопровода потери по длине составляют по формуле (27)

$$h_{\text{мп л}} = \lambda \frac{l_n}{d_n} \cdot \frac{v_n^2}{2g} = 0,022 \frac{18}{0,045} \cdot \frac{1,03^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ м.}$$

На рассматриваемом участке трубопровода одно местное сопротивление поворот на 90° ($\xi_{\text{пов}} = 0,5$) м.

$$h_{\text{м.с.вс}} = (\xi_{\text{пов}}) \cdot \frac{v_n^2}{2 \cdot g} = (0,5) \cdot \frac{1,03^2}{2 \cdot 9,81} = 0,04 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на напорном участке от насоса до теплообменника равны

$$h_n = h_{\text{тр н}} + h_{\text{м.с.}} = 0,16 + 0,04 = 0,2 \text{ м.}$$

$$\sum h = h_{\text{вс}} + h_n \quad (34)$$

$$\sum h = 0,13 + 0,2 = 0,33 \text{ м.}$$

2.7.4 Определение требуемого напора насоса и выбор марки насоса

Насос при работе должен сообщать жидкости, протекающей через него, энергию необходимую для ее подъема на определенную высоту, на преодоление разности давлений в накопительной емкости, гидравлических сопротивлений в трубопроводах и аппаратах. Требуемый напор насоса определим по следующей формуле

$$H_{\text{мп}} = (H + h_{\text{вс}}) + \frac{P_n - P_0}{\rho_m \cdot g} + \sum h \quad (35)$$

где H – высота подъема жидкости, $H = 12$ м;

$h_{\text{вс}}$ – величина подпора жидкости, $h_{\text{вс}} = 3$ м;

$P_n - P_0$ – разность давления в резервуарах, Па;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						38
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Σh – общие потери в сети трубопровода и включенных в него аппаратов, м

$$H_{mp} = (12 + 3) + \frac{0,2 \cdot 10^5}{996 \cdot 9,81} + 0,33 = 17,37 \text{ м}$$

По найденному требуемому напору $H_{тр} = 17,37$ м и заданной подаче $V = 1,65 \cdot 10^{-3}$ м³/с в ряду характеристик V-Н насосов типа X определяем марку насоса, соответствующую этим параметрам.

По заданной подаче $V = 1,65 \cdot 10^{-3}$ м³/с и рассчитанному требуемому напору $H_{тр} = 17,37$ м выбираем насос АХ 125-80-250А, $n = 1450$ об/мин.

Полученная подача не равна заданной, поэтому необходимо отрегулировать работу насоса на сеть изменением числа оборотов насоса.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						39
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

3. Механический расчет насадочного абсорбера

Прочностной расчет производим по ГОСТ Р 52857.1-2007 .

Для проведения процесса абсорбции хлора щелочью из газо-воздушной смеси выбираем насадочный царговый колонный аппарат с насыпной насадкой. Колонный аппарат из корпуса с люками и штуцерами для коммуникаций, установлен на цилиндрической опоре.

3.1. Выбор способа изготовления корпуса колонны.

Корпус колонны собирается из отдельных царг на фланцах с прокладками. Царги представляют собой трубы определенной длины с фланцами по концам.

Материалы обечайки, фланцев и прокладок выбираем по [21]. Для аппаратов, работающих в среде хлора и растворов щелочи в воде рекомендуются стали X18H10T и OX18H12B. Выбираем сталь X18H10T. Материал прокладок фторопласт 3.

Для стали X18H10T ГОСТ допускаемое напряжение $[\sigma]$ при расчете по предельным нагрузкам сосудов, работающих при статических однократных нагрузках, вычисляют по формуле:

$$[\sigma] = \eta \min \left(\frac{R_{p1,0/t}}{n_T}; \frac{R_{m/t}}{n_B}; \frac{R_{m/10/t}}{n_D}; \frac{R_{1,0 \times 10/t}}{n_{II}} \right),$$

где

- n_B - коэффициент запаса прочности по временному сопротивлению (пределу прочности);
- n_T - коэффициент запаса по пределу текучести;
- n_D - коэффициент запаса по пределу длительной прочности;
- n_{II} - коэффициент запаса по пределу ползучести;
- n_Y - коэффициент запаса устойчивости;
- n_{BII} - коэффициент запаса по пределу прочности для алюминия, меди и их сплавов;
- n_{BT} - коэффициент запаса по пределу прочности для титана и его сплавов;
- $R_{e/t}$ - минимальное значение предела текучести при расчетной температуре, МПа;
- $R_{e/20}$ - минимальное значение предела текучести при температуре 20°C, МПа;
- $R_{p0,2/t}$ - минимальное значение условного предела текучести при остаточном удлинении 0,2% при расчетной температуре, МПа;
- $R_{p0,2/20}$ - минимальное значение условного предела текучести при остаточном удлинении 0,2% при температуре 20°C, МПа;
- $R_{p1,0/t}$ - минимальное значение предела текучести при остаточном удлинении 1,0% для расчетной температуры, МПа;
- $R_{p1,0/20}$ - минимальное значение предела текучести при остаточном удлинении 1,0% для температуры 20°C, МПа;

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						40
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

- $R_{0,1/t}$ - минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при расчетной температуре, МПа;
- $R_{m/20}$ - минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при температуре 20°C, МПа;
- $R_{m/10^*}$ - среднее значение предела длительной прочности за 10 часов при расчетной температуре, МПа;
- $R_{p1,0/1}$ - средний 1%-ный предел ползучести за 10 часов при расчетной температуре, МПа;
- $[\sigma]$ - допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа;
- $[\sigma]_{20}$ - допускаемое напряжение при температуре 20°C, МПа;
- φ - коэффициент прочности сварных швов.

Поправочный коэффициент η к допускаемым напряжениям должен быть равен единице.

Допускаемые напряжения для данной стали при температуре 20°C $[\sigma] = 168$ МПа (табл. А3).

Расчетное значение предела текучести $R_{p0,2/t}$ для данной стали 350 МПа.

Расчетное значение временного сопротивления $R_{m/t} = 600$ МПа.

Модуль продольной упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

$$[\sigma] = 1 * \min\left(\frac{350}{1,5}; \frac{600}{2,4}\right) = 1 * \min(233,3; 250) = 250 \text{ МПа}$$

В качестве фланцев выбираем фланцы аппаратные, т. к. при одних и тех же параметрах (температуре, давлении диаметре) в аппарате и материале имеют меньше габариты и металлоемкость по сравнению с фланцами арматурными. Т. к. пары хлора опасны для здоровья человека, то с целью лучшей герметизации фланцевых соединений при сборке царг в колонну выбираем фланцы цельные тип 2.

Таблица 2

Коэффициенты запаса прочности материалов

Условия нагружения	Коэффициенты запаса прочности							
	сталей, алюминия, меди и их сплавов [формулы (1), (2), (5), (6)]				алюминия, меди и их сплавов [формулы (3), (7)]	алюминиевых литейных сплавов [формулы (3), (7)]	титанового листового проката и прокатных труб [формулы (4), (8)]	титановых прутков и поковок [формулы (4), (8)]
	n_T	n_T	n_d	n_{π}	$n_{вп}$	$n_{вп}$	$n_{вт}$	$n_{вт}$

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ		Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			41

Рабочие условия								
Условия испытания:	1,5	2,4	1,5	1,0	3,5	7,0	2,6	3,0
гидравлические испытания	1,1	-	-	-	1,8	3,5	1,8	1,8
пневматические испытания	1,2	-	-	-	2,0	3,5	2,0	2,0
Условия монтажа	1,1	-	-	-	1,8	3,5	1,8	1,8

*Для аустенитной хромоникелевой стали, алюминия, меди и их сплавов (формула 2) $n_T = 3.0$

Основные размеры выбранных фланцев выбираем по [5, табл. 21,12]: $D_B = 1200$ мм;
 $h = 60$; $D_6 = 1725$ мм; $D_\phi = 11350$ мм; количество болтов 32 шт.; диаметр болтов М22.

Для штуцера ввода и вывода газовой смеси:

$D_B = 150$ мм; $D_6 = 225$ мм; $D_\phi = 260$ мм;

количество болтов 8 шт.; диаметр болтов М16.

Наибольшее распространение в химическом машиностроении получили эллиптические отбортованные днища по ГОСТ 6533 – 78, толщина стенки днища $\delta_1 = \delta = 8$ мм.

Аппараты вертикального типа с соотношением $H/D > 5$, размещаемые на открытых площадках, оснащают так называемыми юбочными цилиндрическими опорами.

Определим толщину стенки колонны:

Номинальное допустимое напряжение для стали марки Х18Н10Т равно $\sigma = 148$ МПа.

Допускаемое напряжение определяется по формуле

$$\sigma_\delta = \xi \cdot \sigma$$

$$\sigma_\delta = 0,1 \cdot 148 = 14,8 \text{ МПа}$$

Определим отношение параметров

$$\sigma_\delta \cdot \phi / p,$$

где ϕ - коэффициент прочности сварного шва;

p - давление в абсорбере, МПа

$$14,8 \cdot 1 / 0,16 = 92,5$$

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						42
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Номинальную расчетную толщину стенки определим по формуле

$$S' = \frac{D_{\text{в}} \cdot p}{2 \cdot \sigma \cdot \varphi}$$

где $D_{\text{в}}$ - внутренний диаметр колонны, м

$$S' = \frac{1,6 \cdot 0,16}{2 \cdot 148 \cdot 0,85} = 0,00793 \text{ м} = 7,93 \text{ мм}$$

Прибавку к расчетной номинальной толщине стенки на округление до ближайшего большего размера по сортаменту примем равной 0,07 мм. Таким образом, окончательную толщину стенки обечайки примем равной

$$7,93 + 0,07 = 8 \text{ мм}$$

Необходимые толщины стенок оболочек, нагруженных внутренним избыточным давлением, определяются по уравнениям, полученным из условия прочности.

Расчёту подлежат элементы корпуса: цилиндрическая обечайка, эллиптическая крышка, эллиптическое днище в местах сварки.

3.2. Расчёт толщины обечайки корпуса, работающей под внутренним давлением

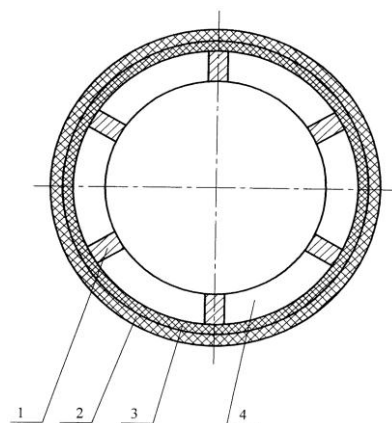


Рис 5

Исполнительная толщина обечайки S определяется по формуле:

$$S \geq S_R + C$$

$$1,0 > 0,33 + 0,28 = 0,61$$

$$S_R = \frac{P \cdot D}{2 \varphi_p [\sigma] - P} = \frac{6 \cdot 160}{2 \cdot 1 \cdot 1465 - 6} = 0,33 \text{ см}$$

Принимаем: $S = 10 \text{ мм}$

Примечание:

Формула действительна при выполнении условия:

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						43
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$\frac{S-C}{D} \leq 0,1 \quad \frac{1,0-0,28}{160} < 0,1$$

$$0,0045 < 0,1$$

Условие выполняется.

Расчёт укрепления одиночного отверстия на обечайке корпуса, работающей под внутренним давлением

Наибольший допускаемый диаметр одиночного отверстия, не требующего дополнительного укрепления, определяется по формуле:

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{S-C}{S_R} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R(S-C)} = 2 \cdot \left(\frac{1,0-0,28}{0,33} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{160 \cdot (1,0-0,28)} = 29,6 \text{ см}$$

$S_R = 0,33$ см, расчётная толщина обечайки. Проверяем условие $d_R \leq d_0$
 $d_R = d + 2C_3 = 30,7 + 2(0,2 + 0,135) = 31,37 \text{ см}$

Условие укрепления выполняется.

Отверстия под штуцера Ж, З_{1,2}, вырезанные на обечайке, требует укрепления.

3.3. Расчёт эллиптического днища корпуса, работающего под давлением

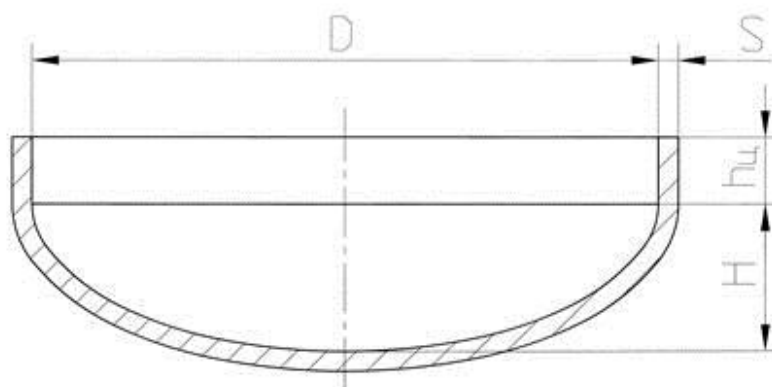


Рис 6

Исполнительная толщина днища S_1 , определяется по формуле:

$$S_1 \geq S_{1R} + C$$

$$S_{1R} = \frac{P \cdot R}{2 \cdot \varphi[\sigma] - 0,5P} = \frac{6 \cdot 160}{2 \cdot 1 \cdot 1465 - 0,5 \cdot 6} = 0,33 \text{ см}$$

$$1,0 > 0,33 + 0,35 = 0,68 \text{ см}$$

Принимаем толщину стенки днища $S_1 = 10 \text{ мм}$.

Примечание:

Формула действительна при выполнении условия:

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						44
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$0,002 \leq \frac{S_1 - C}{D} \leq 0,1 \quad 0,2 \leq \frac{H}{D} \leq 0,5$$

$$0,002 < \frac{1,0 - 0,35}{160} < 0,1 \quad 0,2 \leq \frac{40}{160} < 0,5$$

$$0,002 < 0,0041 < 0,1 \quad 0,2 < 0,25 < 0,5$$

Наибольший расчётный диаметр одиночного отверстия на эллиптическом днище, не требующего дополнительного укрепления, при наличии избыточной толщины стенки, определяется по формуле:

$$d_0 = \left(\frac{S_1 - C}{S_{1R}} - 0,8 \right) \sqrt{D_R (S_1 - C)}$$

3.4. Укрепления отверстия для штуцера А

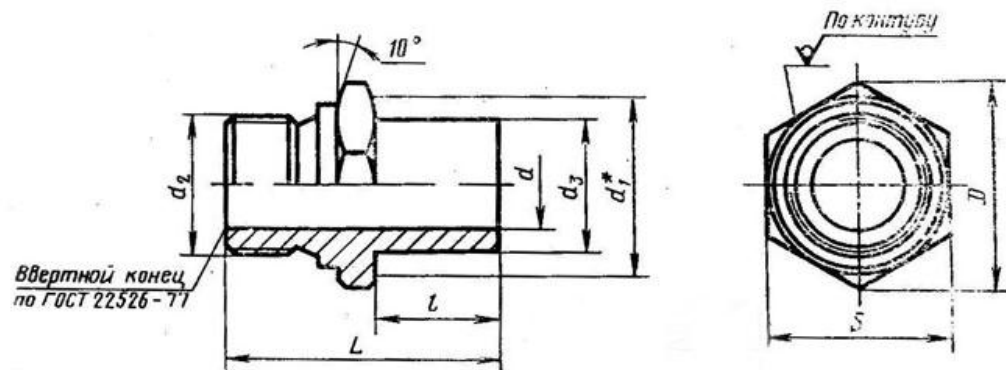


Рис 7

Расчетная толщина эллиптического днища в зоне штуцера определяется по формуле:

$$S_{1R} = \frac{P \cdot D_R}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P} = \frac{6 \cdot 320}{4 \cdot 1 \cdot 1465 - 6} = 33 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр днища в зоне расположения штуцера определяется по формуле:

$$D_R = 2D \sqrt{1 - 3 \left(\frac{x}{D} \right)^2} = 2 \cdot 160 \sqrt{1 - 3 \left(\frac{0}{160} \right)^2} = 320$$

$x=0$ см, расстояние от центра укрепляемого отверстия до оси днища.

$$d_0 = 2 \left(\frac{1,6 - 0,44}{0,33} - 0,8 \right) \sqrt{320(1,6 - 0,44)} = 104,8 \text{ мм}$$

Проверяем условие $d_R \leq d_0$

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						45
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$d_R = \frac{d + 2C_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{D_R}\right)^2}} = \frac{20,7 + 2 \cdot 0,29}{\sqrt{1 - \left(\frac{0}{160}\right)^2}} = 210,28 \text{ мм}$$

$$d_0 > d_R$$

Условие укрепления выполняется.

Отверстие под штуцер А, вырезанное на днище, не требует дополнительного укрепления.

Наибольший расчётный диаметр одиночного отверстия на эллиптическом днище, не требующего дополнительного укрепления, при наличии избыточной толщины стенки, определяется по формуле:

$$d_0 = 2 \left(\frac{S_1 - C}{S_{1R}} - 0,8 \right) \sqrt{D_R (S_1 - C)}$$

3.5. Укрепления отверстия для штуцера Б ($D_y = ?$)

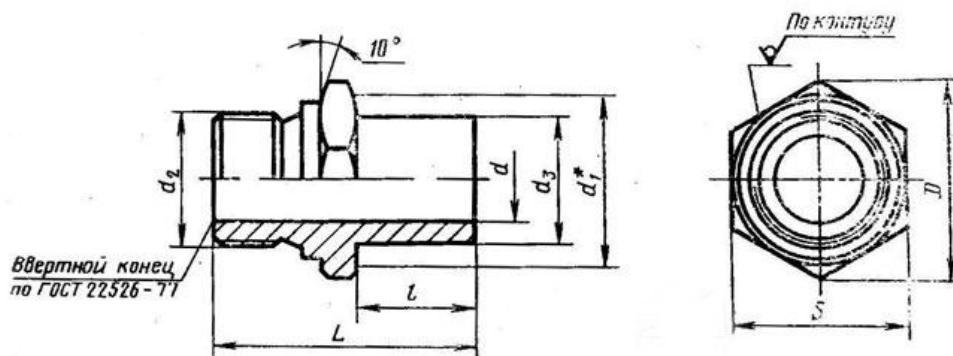


Рис 8

Расчётная толщина эллиптического днища в зоне штуцера определяется по формуле:

$$S_{1R} = \frac{P \cdot D_R}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P} = \frac{6 \cdot 249,6}{4 \cdot 1 \cdot 1465 - 6} = 26 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр днища в зоне расположения штуцера определяется по формуле:

$$D_R = 2D \sqrt{1 - 3 \left(\frac{x}{D} \right)^2} = 2 \cdot 320 \sqrt{1 - 3 \left(\frac{45}{160} \right)^2} = 249,6 \text{ мм}$$

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						46
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$x=45$ см, расстояние от центра укрепляемого отверстия до оси днища.

$$d_0 = 2 \left(\frac{1,6 - 0,44}{0,26} - 0,8 \right) \sqrt{249,6(1,4 - 0,44)} = 124,9 \text{ мм}$$

Проверяем условие $d_R \leq d_0$

$$d_R = \frac{d + 2C_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{2x}{D_R} \right)^2}} = \frac{20,7 + 2 \cdot 0,29}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,45}{249,6} \right)^2}} = 215 \text{ мм}$$

$d_0 > d_R$

Условие укрепления выполняется.

Отверстие под штуцера В, Б вырезанные на днище, не требует дополнительного укрепления.

3.6. Расчёт укрепления отверстия В ($D_y = ?$)

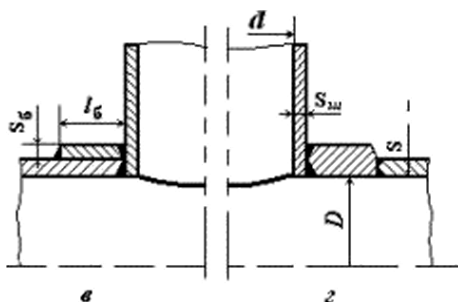


Рис 9

1. Расчётные длины внешней и внутренней частей штуцера, участвующие в укреплении отверстия и учитываемые при расчёте определяются по формуле:

а) для внешней части штуцера

$$l_{1R} = \min \{ l_1, 1,25 \sqrt{(d + 2C_s)(S_1 - C_s)} \}$$

$$\{ 18,0 \ 1,25 \sqrt{(30,7 + 0,67)(0,9 - 0,335)} = 526 \text{ мм} \}$$

Принимаем $l_{1R} = 5,26$ см

б) для внутренней части штуцера

$$l_{3R} = \min \{ l_3, 0,5 \sqrt{(d + 2C_s)(S_1 - C_s - C_{s1})} \}$$

$$\{ 0 \ 0,5 \sqrt{(30,7 + 0,67)(0,9 - 0,67)} = 134 \text{ мм} \}$$

Принимаем $l_{3R} = 0$

d – внутренний диаметр штуцера

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		47

2. Толщина накладного листа

$$S_2=0$$

3. Расчётная ширина накладного кольца

$$l_{2R}=\min \{ l_2; \sqrt{D_R(S_2 + S - C)} \}$$

$$\{ 0; \sqrt{160(0 + 1,0 - 0,28)}=10,73$$

Принимаем $l_{2R}=0$

4. Отношение допускаемых напряжений

а) для внешней части штуцера

$$x_1=\min \{ 1,0; \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]_2} \}$$

$$x_1=\frac{1400}{1465}=0,96$$

б) для накладного кольца

$$x_2=\min \{ 1,0; \frac{[\sigma]_0}{[\sigma]} \}$$

$$x_2=\frac{1465}{1465}=1$$

5. Расчётный диаметр отверстия, не требующего укрепления при отсутствии избыточной толщины стенки сосуда

$$d_{0R}=0,4 \sqrt{D_R(S - C)}=0,4 \sqrt{160(1,0 - 0,28)}=4,29 \text{ см}$$

6. Расчётную толщину стенки штуцера, нагруженного как внутренним, так и наружным давлением, определяется по формуле:

$$S_{1R}=\frac{P(d + 2C_3)}{2\varphi_1 \cdot [\sigma]_1 - P}=\frac{6 \cdot (30,7 + 0,67)}{2 \cdot 1 \cdot 1465 - 6}=0,064 \text{ см}$$

7. Расчётная толщина стенки обечайки

$$S_R=0,33 \text{ см}$$

8. Расчётный диаметр отверстия в стенке

$$d_R=30,7+0,67=31,37 \text{ см}$$

9. Расчётная ширина зоны укрепления в стенке в окрестности штуцера

$$l_R=\min \{ l; \sqrt{D_R(S - C)} \}$$

$$\sqrt{160(1,0 - 0,28)}=10,73 \text{ см}$$

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						48
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

10. При укреплении отверстия утолщением стенки сосуда или штуцера накладным кольцом должно выполняться условие:

$$l_{1R}(S_1 - S_{1R} - C_S)x_1 + l_{2R}S_2x_2 + l_{3R}(S_1 - C_S - C_{S1})x_3 + l_R(S - S_R - C) > 0,5(d_R - d_{0R})S_R$$

$$5,26(0,9 - 0,0064 - 0,335)0,96 + 0 + 0 + 10,73(1,0 - 0,33 - 0,28) > 0,5(31,37 - 4,29)0,33$$

$$6,71 > 4,5$$

Условие выполнено.

3.7. Расчёт укрепления отверстия

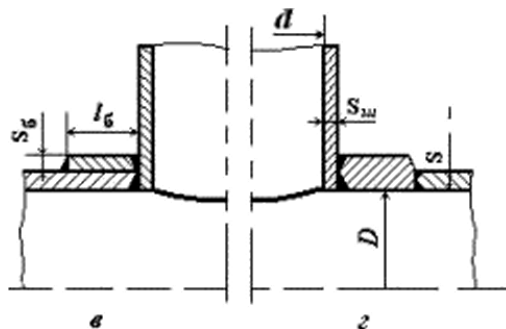


Рис 10

1. Расчётные длины внешней и внутренней частей штуцера, участвующие в укреплении отверстия и учитываемые при расчёте определяются по формуле:

а) для внешней части штуцера

$$l_{1R} = \min \{ l_1; 1,25 \sqrt{(d + 2C_S)(S_1 - C_S)} \}$$

$$\{ 21,0; 1,25 \sqrt{(50 + 0,56)(1,0 - 0,28)} \} = 7,5 \text{ см}$$

Принимаем $l_{1R} = 7,5 \text{ см}$

б) для внутренней части штуцера

$$l_{3R} = \min \{ l_3; 0,5 \sqrt{(d + 2C_S)(S_1 - C_S - C_{S1})} \}$$

$$0,5 \sqrt{(50 + 0,56)(1,0 - 0,56)} = 2,36 \text{ см}$$

Принимаем $l_{3R} = 0$

d – внутренний диаметр штуцера, см

2. Толщина накладного кольца

$$S_2 = 0$$

3. Расчётная ширина накладного кольца

$$l_{2R} = \min \{ l_2; \sqrt{D_R(S_2 + S - C)} \}$$

$$\{ 0; \sqrt{160(0 + 1,0 - 0,28)} \} = 10,73$$

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						49
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Принимаем $l_{2R}=0$

4. Отношение допускаемых напряжений

а) для внешней части штуцера

$$x_1 = \min \left\{ 1, 0; \frac{[\sigma]_1}{[\sigma]} \right\}$$

$$x_1 = \frac{1465}{1465} = 1,0$$

б) для накладного кольца

$$x_2 = \min \left\{ 1, 0; \frac{[\sigma]_2}{[\sigma]} \right\}$$

$$x_2 = 1,0$$

5. Расчётный диаметр отверстия, не требующего укрепления при отсутствии избыточной толщины стенки сосуда:

$$d_{0R} = 0,4 \sqrt{D_R (S - C)} = 0,4 \sqrt{160(1,0 - 0,28)} = 4,29 \text{ см}$$

6. Расчётную толщину стенки штуцера, нагруженного как внутренним, так и наружным давлением, определяется по формуле:

$$S_{1R} = \frac{P(d + 2C_s)}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_1 - P} = \frac{6(50 + 0,56)}{2 \cdot 1 \cdot 1465 - 6} = 0,104 \text{ см}$$

7. Расчётная толщина стенки обечайки

$$S_R = 0,33 \text{ см}$$

8. Расчётный диаметр отверстия в стенке обечайки

$$d_R = 50 + 0,56 = 50,56 \text{ см}$$

9. Расчётная ширина зоны укрепления в стенке в окрестности штуцера

$$l_R = \min \left\{ 1; \sqrt{D_R (S - C)} \right\}$$

$$\sqrt{160(1,0 - 0,28)} = 10,73 \text{ см}$$

10. При укреплении отверстия утолщением стенки сосуда или штуцера накладным кольцом должно выполняться условие:

$$l_{1R}(S_1 - S_{1R} - C_S)x_1 + l_{2R} \cdot S_2 \cdot x_2 + l_{2R}(S_1 - C_S - C_{S1})x_3 + l_R(S - S_R - C) > 0,5(d_R - d_{0R})S_R$$

$$7,5(1,0 - 0,104 - 0,28)1 + 0 + 0 + 10,73(1,0 - 0,33 - 0,28) > 0,5(50,56 - 4,29)0,33$$

$$8,8 > 7,63$$

Условие выполнено.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						50
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К41	Якутин Денис Игоревич

Институт	Институт электронного обучения	Кафедра	Общей химии и химической технологии
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала проекта	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Разработка устава научно-технического проекта	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления проектом: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Определение производственной мощности. Расчет сырья, материалов, оборудования, фонда оплаты труда. Расчет себестоимости готового

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						51
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

	<i>продукта. Расчет точки безубыточности.</i>
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности внедрения кожухотрубчатого теплообменника на линию подачи хлора.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Расчет точки безубыточности графическим и математическим методами.	
2. Расчет технико-экономических показателей	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора Игнат Валерьевич	Кандидат экономических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2К41	Якутин Денис Игоревич		

4.1.SWOT-анализ.

Экономика производства перхлората аммония на ФКП «Анозит»

Потенциальные потребители

Продукт: Перхлорат аммония

Целевой рынок: предприятия

Качественный подход к описанию рисков заключается в детальном и последовательном рассмотрении содержательных факторов, несущих неопределенность, и завершается формированием причин основных рисков и мер по их снижению. Одной из методик анализа сильных и слабых сторон предприятия, его внешних благоприятных возможностей и угроз является SWOT-анализ.

Таблица 3

Swot-анализ Федерального казенного предприятия «Анозит»

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						52
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Внутренняя среда	<p>Сильные стороны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Федеральное казенное предприятие «Анозит», ранее ФГУП «Куйбышевский химзавод» - самое крупное предприятие г. Куйбышева Новосибирской области. Предприятие является единственным производителем в России перхлората аммония - основного компонента твердых ракетных <u>топлив</u>. Указом Президента РФ №16 от 9 января 2006 года предприятие включено в перечень стратегических предприятий страны. 2. В настоящее время ФКП «Анозит» производит различные марки перхлората аммония, обеспечивает бесперебойное снабжение предприятий смежников стратегически важным сырьем для производства смесевых композиций твердого ракетного <u>топлива</u>, а так же электрохимическую перекись водорода для медицинских целей и предприятий оборонно-промышленного комплекса. Высококвалифицированный состав работников 3. Производство осуществляется в соответствии с самыми жёсткими требованиями природоохранного законодательства 	<p>Слабые стороны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость от иностранных поставщиков услуг ремонтного обслуживания оборудования 2. Требуется постоянная высокочрезвычайная модернизация производства
Внешняя среда	<p>Возможности</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рациональное использование полупродукта для дальнейшего производства. 2. Замена старого оборудования связи с появлением нового 3. Обучение молодого персонала 4. Реализация инновационных проектов специалистов организации, участвующих в научно-технических конференциях и конкурсах всероссийского уровня 	<p>Угрозы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рост затрат на проведение модернизации производства 2. Моральное устаревание технологии производства «Анозита», из-за устаревающего оборудования

Итак, из SWOT-анализа Федерального казенного предприятия «Анозит» можно сделать вывод, что у нее достаточно много сильных сторон, в ней хорошо развита трудовая, технологическая и экологическая политика.

Главной слабой стороной является то, что требуются большие затраты на ремонт и модернизацию оборудования. К возможностям можно отнести то, что предприятие может реализовывать инновационные проекты своих сотрудников в рамках модернизационной политики.

4.2. Расчет производственной мощности

Расчет произведен по методическим указаниям [20].

Под производственной мощностью химического предприятия (производства, цеха) понимается максимально возможный годовой выпуск готовой продукции в номенклатуре и ассортименте, предусмотренных на плановый период при наилучшем использовании производственного оборудования, площадей в результате внедрения инноваций или проведения организационно-технических мероприятий.

Расчет производственной мощности для непрерывного производства производится по формуле:

$$M = \Pi_{\text{техн}} \cdot T_{\text{эфф.г}} \cdot n \quad \text{где} \quad (3.1)$$

M – производственная мощность, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$\Pi_{\text{техн}}$ – техническая норма производительности, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$\Pi_{\text{техн}} = 1416;$$

n – количество единиц оборудования, *шт*

$$n = 120.$$

В общем виде величина эффективного времени выразится следующим образом:

$$T_{\text{эфф.г}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{ППР}} \quad (3.2)$$

где

$T_{\text{кал}}$ – календарный фонд работы оборудования, *ч*

$$T_{\text{кал}} = 8760 \text{ (см. таблицу 3.1);}$$

$T_{\text{ППР}}$ – время на ремонтные простои, *ч*;

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		54

Годовой график ППР и ТО оборудования

Позиция	Наименование оборудования	Рабочее время, ч.
НХ-265	теплообменник	8760
НХ-365	теплообменник	8760
V-270	Скруббер	8760
V-370	Скруббер	8760
V-636	Сепаратор	8760
P-637A	Насос	4380
P-637B	Насос	4380

По формуле 3.2 находим эффективное время работы оборудования в год, принимая во внимание, что $T_{\text{ППР}} = 1860$:

$$T_{\text{эфф.г}} = 8760 - 1860 = 6900$$

$$M = 1416 \cdot 6900 \cdot 120 = 1172 (\text{млн. м}^3/\text{год}).$$

Коэффициент экстенсивности он характеризуется использованием основного оборудования по времени:

$$K_{\text{экст}} = T_{\text{эфф.г}}/T_{\text{кал}} \quad (3.3)$$

где

$K_{\text{экст}}$ – коэффициент экстенсивности;

$T_{\text{эфф.г}}$ – эффективное время работы оборудования, ч.;

$T_{\text{кал}}$ – календарный фонд времени работы оборудования, ч.

По формуле 1.3 коэффициент экстенсивности равен:

$$K_{\text{экст}} = 6900/8760 = 0,79.$$

Коэффициент интенсивности характеризует использование оборудование по производительности [16].

$$K_{\text{инт}} = P_{\text{факт}}/P_{\text{техн}} \quad (3.4)$$

где

$P_{\text{факт}}$ – фактическая производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$P_{\text{техн}}$ – техническая норма производительности, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$$K_{\text{инт}} = 1416/1416=1$$

Коэффициент Парка рассчитываем по формуле:

$$K_{\text{Парка}} = N_{\text{раб}}/N_{\text{уст}}, \quad (3.5)$$

где

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						55
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$N_{\text{раб}}$ – количество работающего оборудования, шт.;

$N_{\text{уст}}$ – количество установленного оборудования, шт.

$$K_{\text{Парка}} = 120/120 = 1$$

Коэффициент мощности:

$$K_{\text{м}} = K_{\text{инт}} \cdot K_{\text{Парка}} \cdot K_{\text{экт}}, \quad (3.6)$$

где

$K_{\text{экт}}$ – коэффициент экстенсивности;

$K_{\text{инт}}$ – коэффициент интенсивности;

$K_{\text{парка}}$ – коэффициент парка.

$$K_{\text{м}} = 0,79 \cdot 1 \cdot 1 = 0,79$$

Годовая программа выпуска до и после производительности

$$N_{\text{год}} = K_{\text{м}} \cdot M, \quad (3.7)$$

где

$K_{\text{м}}$ – коэффициент мощности;

M – производственная мощность, млн. $\text{м}^3/\text{год}$.

$$N_{\text{год}} = 1172 \cdot 0,79 = 926 \text{ (млн. } \text{м}^3/\text{год}).$$

4.3. Режим работы

ФКП «Анозит» работает непрерывно, поэтому бригада формируется по принципу сменности. Согласно заводским данным график сменности является четырехбригадная. График сменности представляет собой изображение очередности выхода работающих на работы, А, Б, В, Г – условное обозначение бригад. Основные рабочие на производстве работают в двухсменном режиме, первая смена работает с 8.00ч. до 20.00 ч., а вторая смена работает с 20.00ч. до 8.00 ч. Основные рабочие работают вахтовым методом. Первая вахта работает с 3 числа по 18 число текущего месяца, а вторая группа вахтовиков работает с 19 числа по 2 число следующего месяца.

График двухсменного четырехбригадного режима работы на май 2017 года приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2

График режима работы смен на май 2017 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
А			7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Б			7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ								Лист	
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата									56	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
В	12	12	12	7											
Г	12	12	12	7											
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
А	12	12	12	7											
Б	12	12	12	7											
В			7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Г			7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Таблица 3.3

Штатное расписание ЛГКС

Наименование должности, профессии	Категори я	Разряд	Кол. штат. ед.	Ставка	МФЗП
1	2	3	4	5	6
РУКОВОДСТВО					
1. Начальник цеха №6	ИТР	16	1	Контрак т	
2. Главный инженер	ИТР	16	1	Контрак т	
3. Зам. Начальника цеха №6 по мех. части	ИТР	15	1	Контрак т	
4. Зам. Начальника цеха №6 по энергетической части	ИТР	15	1	Контрак т	
5. Референт - переводчик	ИТР	8	6	1473	26516
Итого по руководству			10		26516
ГРУППА ОТ, ПБ и ЭКОЛОГИИ					
6. Зам. гл. инженера	ИТР	14	1	2025	5148
7. Инженер по ТБ и экологии 1 категории	ИТР	11	1	1731	4500
8. Инженер по ГО и ЧС 2 категории	ИТР	10	1	1648	4944
Итого по группе ОТ, ПБ и экологии			3		14592
ГАЗОСПАСАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ					
9. Начальник ВГСВ	ИТР	14	1	2025	5148
10. Командир отделения	ИТР	12	4	18055	21660
Итого по ВГСВ			5		26808
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДИСПЕТЧЕРСКАЯ СЛУЖБА					
11. Оператор пульта управления	ОР	4	5	7.24	25163
12. Начальник службы	ИТР	15	1	2150	6450
13. Начальник смены	ИТР	11	5	1731	22503

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						57
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

14. Инженер ЭВМ 1 категории	ИТР	10	2	1648	10830
15. Инженер программист 1 категории	ИТР	10	2	1648	10830
Итого по производственно–диспетчерской службе			15		75776
<i>УЧАСТОК ПОДГОТОВКИ ПРОДУКТА</i>					
16. Начальник участка	ИТР	14	1	2025	5148
17. Инженер технолог 1 категории	ИТР	11	2	1731	9001
18. Инженер – механик 1 категории	ИТР	11	2	1731	9001
19. Оператор технологических установок	ОР	5	10	9.8	56349
Итого по участку подготовки газа			15		79499
<i>УЧАСТОК КОМПРЕССИРОВАНИЕ</i>					
20. Начальник участка	ИТР	14	1	2025	5148
21. Ведущий инженер технолог	ИТР	13	1	1912	5736
22. Инженер технолог 1 категории	ИТР	12	1	1805	5415
23. Инженер механик 1 категории	ИТР	11	2	1731	9001
24. Машинист технологического компрессора	ОР	5	8	9.8	47351
25. Машинист технологического компрессора 3 ступени	ОР	5	10	9.8	56349
Итого по участку подготовки газа			23		129000
<i>ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ (ЦОТК)</i>					
26. Нач. лабораторией	ИТР	12	2	1731	4500
27. Лаборант химического анализа	ВСП	4	8	7.24	39148
Итого по центральной лаборатории			10		43648
<i>ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКАЯ СЛУЖБА</i>					
28. Начальник службы	ИТР	15	1	2150	6450
29. Главный энергетик	ИТР	15	1	2150	6450
30. Старший мастер по защите трубопроводов от коррозии	ИТР	12	1	1805	5415
Итого по ЭМС			3		18315
<i>УЧАСТОК ЭНЕРГОСРЕДСТВ</i>					

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		58

31. Инженер–энергетик	ИТР	10	2	1648	10830
Итого по участку энергосредств			2		10830
<i>ЭЛЕКТРО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УЧАСТОК</i>					
32. Мастер	ИТР	10	2	1731	9001
33. Старший мастер	ИТР	13	1	1912	5736
34. Электрослесарь по ремонту оборудования	ВСР	5	6	7.24	27542
Итого по электротехническому участку			9		42279
<i>УЧАСТОК КИП и А, СВЯЗИ</i>					
35. Начальник участка	ИТР	14	1	2025	5148
36. Ведущий инженер – метролог	ИТР	14	1	2025	5148
37. Мастер КА и Т	ИТР	13	1	1912	5736
38. Мастер КИП и А, связи	ИТР	11	2	1731	9001
39. Наладчик КИП и А	ВСР	6	8	12.08	47365
40. Слесарь КИП и А	ВСР	5	6	9.08	38844
Итого по участку КИП и А, связи			19		111242
<i>БАЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ</i>					
41. Начальник БПО	ИТР	14	1	2025	5148
<i>УЧАСТОК ПО РЕМОНТУ ОБОРУДОВАНИЯ</i>					
42. Начальник участка	ИТР	14	1	2025	5148
43. Слесарь по ремонту ТУ	ВСР	5	10	9.08	48349
44. Слесарь–электрик по ремонту электрооборудования	ВСР	5	4	9.08	25543
45. Электрогазосварщик	ВСР	6	2	12.08	11348
46. Токарь	ВСР	6	2	12.08	11348
<i>БАЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ</i>					
47. Мастер по ремонту ТУ	ВСР	11	2	1731	9001
48. Мастер по ремонту электрооборудования	ВСР	5	4	9.08	25543
<i>ТРАНСПОРТНЫЙ УЧАСТОК</i>					
49. Старший механик	ИТР	11	2	1731	9001
50. Водитель	МОП	4	2	7.24	9126
51. Машинист крана автомобильного	ОР	6	2	12.08	11348
52. Инженер 2 кат.	ИТР	10	1	1648	5420
53. Грузчик	МОП	4	2	7.24	9126
54. Стропальщик	МОП	4	2	7.24	8873
55. Кладовщик	МОП	4	2	7.24	8873

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		59

56. Уборщик производственных помещений	МОП	1	4	2.59	9146
57. Уборщик служебных помещений	МОП	1	2	2.59	4573
Итого по БПО			45		216914
УЧАСТОК ПАРОВОДОСНАБЖЕНИЯ					
58. Оператор ТУ	ОР	6	2	12.08	11348
59. Слесарь – сантехник	ВСП	5	4	9.08	24155
60. Машинист насосных установок	ОР	5	4	9.80	24155
Итого по участку пароводоснабжению			10		59658
ГАЗОСПАСАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА (ВГСВ)					
61. Газоспасатель-водитель	ВСП	5	8	9.8	51143
62. Газоспасатель 2 класса	ВСП	4	8	7.24	29374
63. Газоспасатель 1 класса	ВСП	5	6	9.8	38844
Итого по ВГСВ			22		119361
Итого по предприятию			191		974438

Для расчета эффективного фонда рабочего времени составим баланс времени одного среднесписочного рабочего.

Эффективное количество часов работы одного среднесписочного рабочего определяется [18, с 90]:

$$T_{\text{эфф.раб}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пл.пот}}, \quad (3.8)$$

где

$T_{\text{кал}}$ – календарный фонд времени работы одного среднесписочного рабочего, человек; $T_{\text{кал}} = 8760 \text{ ч.}$;

$T_{\text{пл.пот}}$ – время плановых потерь, ч.;

$T_{\text{вых}}$ – число нерабочих часов в выходные дни, ч.

На производстве организованы две вахты по 2 смены каждая. Каждая смена работает 12 часов с компенсацией за работу в выходные дни. Это достигается применением четырех бригадного графика сменности.

Длительность сменоборота:

$$T_{\text{см.об}} = a \cdot b, \quad (3.9)$$

где

$T_{\text{см.об}}$ – длительность сменоборота, дней;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						60
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

а – количество бригад, шт;

в – число дней, в течение которых бригада работает в одну смену, дн.;

Количество выходных дней, в течение которых бригада работает в одну смену :

$$T_{\text{вых}} = T_{\text{кал}} / T_{\text{см.об}} \cdot n, \quad (3.10)$$

где

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней;

$T_{\text{кал}}$ – календарный фонд времени работы одного среднесписочного рабочего, дней;

$T_{\text{см.об}}$ – длительность сменоборота, дней;

n – количество выходных дней за сменоборот, дней.

Одна смена работает 15 дней: один день залетают, один день вылета.

$$T_{\text{вых}} = 365 / 8 \cdot 3 = 137 \text{ (дней)}$$

Продолжительность рабочих смен в сменобороте находим по следующей формуле:

$$T_{\text{раб.см}} = t_{\text{см}} - t_{\text{вых}}, \quad (3.11)$$

где

$t_{\text{см}}$ – продолжительность рабочих смен в сменобороте, дней;

$t_{\text{вых}}$ – количество выходных дней, дней.

$$T_{\text{раб.см}} = 8 - 3 = 5$$

Находим номинальный фонд рабочего времени.

$$T_{\text{раб}} = T_{\text{кал}} \cdot T_{\text{раб.см}} / t_{\text{см}}, \quad (3.12)$$

$$T_{\text{раб}} = 365 \cdot 5 / 8 = 228 \text{ (дней)}$$

Находим количество персонала (производственного) работающего посменно:

$$N_{\text{яв}} = N_{\text{шт}} \cdot S, \quad (3.13)$$

где

$N_{\text{яв}}$ – явочная численность производственного персонала, работающего посменно, человек;

$N_{\text{шт}}$ – штатное количество человек, работающих в смену, человек;

S – число смен,

$$S = 4.$$

$$N_{\text{яв}} = 32 \cdot 4 = 128 \text{ (человек)}$$

Списочная численность:

$$N_{\text{сп}} = N_{\text{яв}} \cdot K_{\text{пер}}, \quad (3.14)$$

где

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						61
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$K_{\text{пер}}$ – коэффициент перехода от явочной численности к списочной.

$$K_{\text{пер}} = T_{\text{эфф.об.}} / T_{\text{эфф.раб.}} \quad (3.15)$$

где

$$T_{\text{эфф.об.}} = 6900 \text{ (см. таблицу 3.4).}$$

Таблица 3.4

Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего

№ п/п	Показатели	Дни	Часы
1	Календарный фонд рабочего времени, $T_{\text{кал}}$	365	8760
2	Выходные дни, $T_{\text{вых}}$	137	3288
3	Номинальный фонд рабочего времени, $T_{\text{раб}}$	228	5472
4	Очередные и дополнительные отпуска	36	864
5	Невыходы по болезни	7	168
6	Выполнение государственных обязанностей	1	24
7	Отпуск по учебе без отрыва от производства	1	24
8	Итого по отпуску	45	1080
9	Эффективный фонд рабочего времени	183	4392

$T_{\text{эфф.раб.}}$ – эффективный фонд рабочего времени одного среднесписочного рабочего, ч.;

$$T_{\text{эфф.раб.}} = 4392 \text{ (см. таблицу 3.4).}$$

$$K_{\text{пер}} = 6900/4392 = 1,57.$$

По формуле 9.1.14 списочная численность равна:

$$N_{\text{сп}} = 128 \cdot 1,57 = 200 \text{ (человек).}$$

4.4. Организация оплаты труда

На предприятии оплата труда рабочих повременнo–премиальная, на основе часовых тарифных ставок, установленных и утвержденных на предприятии, присвоенных квалификационных разрядов (семнадцатиразрядная сетка) и фактически отработанного времени.

Труд руководителей, специалистов и служащих оплачивается согласно установленной разрядной таблицы за фактически отработанное время.

Рабочим руководителям и специалистам работа в ночное время оплачивается в повышенном размере на 40% и в вечернее время на 20%. Компенсационная доплата выплачивается в размере 10% за тяжелые условия труда.

На месторождении выплачивается надбавка в размере 75% взамен суточных.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						62
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Работа в праздничные дни оплачивается работникам, труд которых оплачивается по часовым тарифным ставкам – в размере двойной часовой тарифной ставки.

Тарифный фонд заработной платы рассчитывается на основе тарифной сетки.

Для примера приведен расчет месячной заработной платы операторов технологических установок 4 разряда участка подготовки продукта (10 человек).

Заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{тар}} + Д_{\text{ноч}} + Д_{\text{празд}} + Д_{\text{прем}} + Д_{\text{р.к.}} + Д_{\text{сут}} + Д_{\text{усл.тр}} \quad (3.16)$$

где

$З_{\text{тар}}$ – тарифная ЗП, руб.;

$Д_{\text{ноч}}$ – доплата за работу в ночное время, руб.;

$Д_{\text{празд}}$ – доплата за работу в праздничные дни, руб.;

$Д_{\text{прем}}$ – премиальная ЗП, руб.;

$Д_{\text{р.к.}}$ – районный коэффициент, руб.;

$Д_{\text{сут}}$ – доплата взамен суточных, руб.;

$Д_{\text{усл.тр}}$ – компенсационная доплата за условия труда, руб.;

Тарифная заработная плата рассчитывается:

$$З_{\text{тар}} = Т_{\text{ст}} \cdot Т_{\text{фак}} \cdot Н, \quad (3.17)$$

где

$Т_{\text{ст}}$ – тарифная ставка данной категории рабочих, руб./ч;

$Т_{\text{ст}} = 7,24$ руб.

$Т_{\text{фак}} = 194$ ч. за смену (см. табл. 9.2);

$Н$ – количество рабочих данной категории, человек;

$Н = 10$ чел.

$$З_{\text{тар}} = 7,24 \cdot 194 \cdot 10 = 14045,6 \text{ (руб.)}$$

Доплата за работу в ночное время:

$$Д_{\text{ноч}} = 0,4 \cdot Т_{\text{ст}} \cdot Т_{\text{ноч}} \cdot Н, \quad (3.18)$$

где

$Т_{\text{ст}}$ – почасовая тарифная ставка, руб.;

$$Д_{\text{ноч}} = 0,4 \cdot 14045,6 = 5618,24 \text{ (руб.)}$$

Доплата в праздничные дни:

$$Д_{\text{празд}} = Т_{\text{празд}} \cdot Т_{\text{ст}} \cdot 2 \cdot Н; \quad (3.19)$$

где

$Т_{\text{празд}}$ – количество часов, отработанное в праздники, ч (1 и 9 мая – $Т_{\text{празд}} = 24$ часа);

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						63
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$Д_{\text{празд}} = 24 \cdot 7,24 \cdot 2 \cdot 10 = 3475,2 \text{ (руб.)}$$

Премияльная ЗП:

$$Д_{\text{прем}} = З_{\text{тар}} \cdot П_{\text{рем}} / 100 \% \quad (3.20)$$

где

$З_{\text{тар}}$ – тарифная ЗП, руб.;

$П_{\text{рем}}$ – премиальные, % за май 2017 года = 20%

$$Д_{\text{прем}} = 14045,6 \cdot 20/100 = 2809,12 \text{ (руб.)}.$$

Районный коэффициент:

$$Д_{\text{р.к.}} = 0,5 (З_{\text{тар}} + Д_{\text{ноч}} + Д_{\text{празд}} + Д_{\text{прем}}) \quad (3.21)$$

$$Д_{\text{р.к.}} = 0,5 (14045,6 + 5618,24 + 3476,2 + 2809,12) = 12974,58 \text{ (руб.)}.$$

Доплата взамен суточных:

$$Д_{\text{сут}} = З_{\text{тар}} \cdot 75/100, \quad (3.22)$$

$$Д_{\text{сут}} = 0,75 \cdot 14045,6 = 10534,2 \text{ (руб.)}$$

Компенсационная доплата за тяжелые условия труда:

$$Д_{\text{усл.тр}} = З_{\text{тар}} \cdot 10/100,$$

$$Д_{\text{усл.тр}} = 14045,6 \cdot 0,1 = 1404,56 \text{ (руб.)}$$

Итак по формуле (3.16) основная заработная плата 10 операторов технологических установок узла подготовки газа за май месяц 2017г. составит:

$$З_{\text{осн}} = 14045,6 + 5618,24 + 3475,2 + 2809,12 + 12974,58 + 10534,2 + 1404,56 = 50861,50 \text{ (руб.)}$$

$$ЗП = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

где

$З_{\text{осн}}$ – основная ЗП, руб.;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная ЗП, руб.;

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot К / Т_{\text{кал}},$$

где

$К$ – число законных невыходов, дней;

$Т_{\text{кал}}$ – календарный фонд работы одного среднесписочного рабочего, дней;

$$З_{\text{доп}} = 50861,5 \cdot 45 / 365 = 6270,6 \text{ (руб.)}.$$

Заработная плата 10 операторов технологических установок за 1 месяц составит:

$$ЗП = 6270,6 + 50861,5 = 57132,1 \text{ (руб.)}.$$

Аналогично производится расчет месячного фонда ЗП всех работающих на заводе.

Месячный и годовой фонд ЗП представлен в таблице 3.5.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						64
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Таблица 3.5

Фонд заработной платы

№	Наименование	Численность	МФЗП, руб.	ГФЗП, руб.
1	Инженерно-технические работники (ИТР)	58	265111	3181332
2	Основные рабочие (ОР)	41	232063	2784756
3	Вспомогательные рабочие (ВСП)	78	427547	5130564
4	Младший обслуживающий персонал (МОП)	14	49717	596604
5	Итого по предприятию	191	974438	11693256

4.5. Основные фонды предприятия. Расчет амортизационных отчислений

В качестве сырья используется газ, поступающий из электролизеров в абсорбционную колонну в последующем орошается щелочью. В таблице 3.6 приведена структура основных фондов производства.

Таблица 3.6

Структура основных производственных фондов

№	Наименование ОПФ	Стоимость ОПФ, руб.	% к общей стоимости ОПФ, %	На, %	Амортизационные отчисления, руб.	Текущий ремонт, %	Капитальный ремонт, %
	1	2	3	4	5	6	7
1	Здания	75985005	81,56	4	3039400	3,2	6,3
2	Сооружения	3602982	3,87	4	144119	3,2	6,3
	1	2	3	4	5	6	7
3	Инструменты и инвентарь	5102827	5,48	14	714396	6,3	8,2
Итого здания, сооружения и инвентарь		84690814	90,11		3897915		
4	Производственное оборудование	8472437	9,09	12	1016692	6,3	8,2
Итого:		93163251	100		4914606		

Рассмотрим принцип расчета амортизационных отчислений на май месяц 2018 года на примере производственного оборудования:

$$Ar = H_a \cdot \Phi_{\text{восст}} / 100, \quad (3.26)$$

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						65
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

где

N_a – норма амортизационных отчислений, %.

Для производственного оборудования годовая $N_a = 12\%$;

$\Phi_{\text{восст}}$ – полная восстановительная стоимость производственного оборудования, руб.

$\Phi_{\text{восст}} = 8472437$ руб.

$A_r = 12 \cdot 8472437 / 100 = 1016692$ (руб.).

Сумма месячных амортизационных отчислений производственного оборудования составляет:

$A_{r_m} = A_r / 12$, (3.27)

$A_{r_m} = 1016692 / 12 = 84724$ (руб.).

Аналогично рассчитывается сумма месячных амортизационных отчислений для любых видов основных средств с учетом их норм амортизации и полной восстановительной стоимости.

4.6. Расчет себестоимости

Расчет себестоимости перхлората аммония при годовом производственном выпуске $M_{\text{пр}} = 926$ млн. м^3 приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Себестоимость перхлората-амония без внедрения теплообменника в линию подачи эдектролизных газов(хлора) при годовом выпуске 926 млн. м^3

№	Статьи затрат	Единица измерения	Цена, руб	Расход		Затраты, руб.	
				Норма расхода, на млн. м^3	на $N_{\text{год}}$ (4 x $M_{\text{пр}}$)	на 1 млн. м^3 (столбец 3 x 4)	на $N_{\text{год}}$ (столбец 3 x 5)
	1	2	3	4	5	6	7
1	Сырьё, материалы и катализаторы						
1.1	Хлор	тн	1050	0,27	250,02	283,5	262 521
1.2	Щелочь	тн	600	0,97	898,22	582	538 932
1.3	Серная кислота	тн	836	1,57	1453,82	1312	1214912
1.4	Соляная кислота	тн	165	5,5	5093	907,5	840345
1.5	Гипохлорат-натрия	тн	892,5	0.2	185,2	178,5	165291
Итого сырья,						3263,5	3022001,00

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						66
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

материалов							
2	Энергоресурсы						
2.1	Электроэнергия	ткВтчас	234	29,5	27317	6903,0	6392178
2.2	Пар собственный	гКал	83,96	300,0	277800	25188,0	23324088
2.3	Азот	Т·м ³	228,73	4,8	4444,8	1097,9	1016655,4
2.4	Тех. вода	Т·м ³	311,73	25,1	23242,6	7824,4	7245394,4
2.5	Дем. вода	Тм ³	6182	0,95	879,7	5872,9	5438305,4
2.6	Сжатый воздух	Тм ³	73,71	9,0	8 334	663,4	614308,4
Итого энергоресурсов						47549,6	44030929,6
ИТОГО условно-переменных издержек						50813,1	47052930,6
3	Зарплата						
3.1	Зарплата основных рабочих	руб.				3007	2784482
3.2	Отчисления на страховые взносы основных рабочих	%	30			902	835252
Итого зарплата основных рабочих с отчислениями						3909	3619734
4	Общепроизводственные расходы						
4.1	Зарплата вспомогательных рабочих	руб.				5540	5130040
4.1.1	Отчисления на страховые взносы вспомогательных рабочих	%	30			1662	1539012
4.2	Зарплата ИТР	руб.				3434	3179884
4.2.1	Отчисления на страховые взносы ИТР	%	30			1030	953780
4.3	ЗП младшего обслуживающего персонала (МОП)	руб.				644	596344
4.3.1	Отчисления на страховые взносы МОП	%	30			167	154642
4.4	Амортизация зданий, сооружений и инвентаря	руб.				4209	3897534
4.4.1	Текущий ремонт	руб.				3097	2867822
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ		Лист
							67

	зданий, сооружений и инвентаря						
4.4.2	Капитальный ремонт зданий, сооружений и инвентаря	руб.				5866	5431916
4.5	Амортизационные отчисления от производственного оборудования	руб.				1098	1016748
4.5.1	Текущий ремонт оборудования	руб.				576	533376
4.5.2	Капитальный ремонт оборудования	руб.				750	694500
Итого общепроизводственные расходы		руб.				28073	25995598
5	Прочие расходы	руб.				1804	1670876
Итого прочие расходы		руб.				1804	1670876
6	I. Цеховая себестоимость	руб.				95905	88808030
7	Общехозяйственные расходы (24 % от цеховой себестоимости)	руб.				23017	21313742
8	II. Заводская	руб.				118922	110121772
9	Коммерческие расходы (7 % от заводской себестоимости)	руб.				8324	7708024
ИТОГО						31341	29021766
10	III. Полная себестоимость	руб.				115940,1	107360532,6
	Условно переменные затраты	руб.				50813,1	47052930,6
	Условно постоянные затраты	руб.				65127	60307602

Полная себестоимость продукции:

- годового выпуска – 107360532,6 руб.
- в расчете на 1 м³ – 0,11 руб.

С помощью затратного метода найдем цену продукции за 1м³, а затем подсчитаем

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ		Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			68

выручку:

$$Ц = C \cdot (1 + R / 100), \text{ где}$$

C – себестоимость полная, руб.;

R – рентабельность, 12 %.

$$Ц = (107360532,6 / 926 \cdot 10^6) \cdot (1 + 12/100) = 0,13 \text{ (руб.)}/\text{м}^3.$$

Рассчитаем себестоимость продукции при наращивании объемов производства на 15 %. Расчет себестоимости товарного газа при годовом производственном выпуске $M_{\text{пр}} = 926 \text{ млн. м}^3 + (926 \text{ млн. м}^3 \cdot 15 \% / 100\%) = 1065 \text{ млн. м}^3$ приведен в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Себестоимость продукции перхлората-амония с внедрением теплообменника в линию подачи электролизных газов(хлора) при годовом выпуске 1065 млн. м³

№	Статьи затрат	Единица измерения	Цена, руб	Расход		Затраты, руб.	
				Норма расхода, на млн. м ³	на Нгод (4 x M _{пр})	на 1 млн. м ³ (столбец 3 x 4)	на Нгод (столбец 3 x 5)
	1	2	3	4	5	6	7
1	Сырьё, материалы и катализаторы						
1.1	Хлор	тн	1050	0,27	250,02	283,5	301927,5
1.2	Щелочь	тн	600	0,97	898,22	582	619830
1.3	Серная кислота	тн	836	1,57	1453,82	1312	1397280
1.4	Соляная кислота	тн	165	5,5	5093	907,5	966487,5
1.5	Гипохлорат-натрия	тн	892,5	0.2	185,2	178,5	190102,5
Итого сырья, материалов						3263,5	3475627,5
2	Энергоресурсы						
2.1	Электроэнергия	ткВтчас	234	29,5	273 17	6903,0	7 351 695
2.2	Пар собственный	гКал	83,96	300,0	277800	25188,0	26825220
2.3	Азот	Т·м ³	228,73	4,8	4444,8	1097,9	1169263,5
2.4	Тех. вода	Т·м ³	311,73	25,1	23242,6	7824,4	8332986
2.5	Дем. вода	Тм ³	6182	0,95	879,7	5872,9	6254638,5
2.6	Сжатый воздух	Тм ³	73,71	9,0	8334	663,4	706521
Итого энергоресурсов						40646,6	43288629
ИТОГО						43910,1	46764256,5
3	Зарплата						
3.1	Зарплата основных рабочих	руб.				2614,53	2784482

3.2	Отчисления на страховые взносы основных рабочих	%	30			784,27	835252
Итого зарплата основных рабочих с отчислениями						3398,80	3619734
4	Общепроизводственные расходы						
4.1	Зарплата вспомогательных рабочих	руб.				4816,9	5130040
4.1.1	Отчисления на страховые взносы вспомогательных рабочих	%	30			1445,1	1539012
4.2	Зарплата ИТР	руб.				2985,8	3179884
4.2.1	Отчисления на страховые взносы ИТР	%	30			895,6	953780
4.3	ЗП младшего обслуживающего персонала (МОП)	руб.				559,9	596344
4.3.1	Отчисления на страховые взносы МОП	%	30			145,2	154642
4.4	Амортизация зданий, сооружений и инвентаря	руб.				3659,7	3897534
4.4.1	Текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря	руб.				2692,8	2867822
4.4.2	Капитальный ремонт зданий, сооружений и инвентаря	руб.				5100,4	5431916
4.5	Амортизационные отчисления от производственного оборудования	руб.				954,7	1016748
4.5.1	Текущий ремонт оборудования	руб.				500,8	533376
4.5.2	Капитальный ремонт оборудования	руб.				652,1	694500
Итого общепроизводственные расходы		руб.				24409,01	25995598
5	Прочие расходы	руб.				1568,9	1670876
Итого прочие расходы		руб.				1568,9	1670876
6	И. Цеховая себестоимость	руб.				83387,82	88808030
7	Общехозяйственные	руб.				20012,9	21313742

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>		Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			70

	расходы (24 % от цеховой себестоимости)						
8	II. Заводская	руб.				103400,72	11012177 2
9	Коммерческие расходы (7 % от заводской себестоимости)	руб.				7237,58	7708024
ИТОГО						27250,48	29021766
10	III. Полная себестоимость	руб.				100536,95	10707185 8,5
	Условно переменные затраты	руб.				50813,1	54115845
	Условно постоянные затраты	руб.				56626,85	60307602

Полная себестоимость продукции:

- годового выпуска – 107071858,5 руб.
- в расчете на 1 м³ – 0,1руб.

С помощью затратного метода найдем цену продукции за 1м³, а затем подсчитаем выручку

$C = C \cdot (1 + R / 100)$, где

C – себестоимость полная, руб.;

R – рентабельность, 12 %.

$C = (107071858,5 / 1065 \cdot 10^6) \cdot (1 + 12 / 100) = 0,11 \text{ (руб.)} / \text{м}^3$.

4.7. Техничко-экономические показатели

Таблица 3.9

Техничко-экономические показатели эффективности производства перхлората-амония

№ п/п	Техничко-экономические показатели	Единицы измерения	Значение показателей (926·10 ⁶ м ³)	Значение показател ей (1065·10 ⁶ м ³)
		1	2	3
1	Объем производства	м ³ /год	926·10 ⁶	1065·10 ⁶
2	Объём продаж	м ³ /год	926·10 ⁶	1065·10 ⁶
3	Цена 1 м ³	руб.	0,13	0,13
4	Выручка от реализации (строка 2 х строка 3)	руб.	120380000	138450000
5	Себестоимость (Суммарные издержки (строка 5.1 + строка	руб.	107360532,6	114423447

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	Лист
						71
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

	5.2))			
	в том числе			
5.1	Издержки переменные	руб.	47052930,6	54115845
5.2	Издержки постоянные	руб.	60307602	60307602
6	Операционная прибыль (строка 4 – строка 5)	руб.	13019467,4	24026553
7	Налог на прибыль 20 % (строка 6 · 0,20)	руб.	2603893,48	4805310,6
8	Чистая прибыль (строка 6 – строка 7)	руб.	10415573,92	19221242,4
9	Рентабельность производства ((строка 8/строка 5) · 100)	%	9,7	16,8
10	Рентабельность продаж ((строка 8/строка 4) · 100)	%	8,6	13,8
11	Стоимость основных фондов	руб.	93163251	93163251
12	Фондовооружённость	руб./чел.	487765,7	487765,7
13	Фондоёмкость (строка 11 / строка 4)	руб./руб.	0,77	0,67
14	Фондоотдача (строка 4 / строка 11)	руб./руб.	1,29	1,48
15	Себестоимость 1 м ³	руб.	0,11	0,1
16	Производительность труда	м ³ /чел.	4848167	5575916
17	Инвестиции предприятия для внедрения инновации	тыс.руб.	60000,00	
18	Срок окупаемости	лет	3	
19	Точка безубыточности	млн. м ³	761,8	761,8
20	Точка безубыточности	тыс. руб.	99010	99010

4.8. Расчет точки безубыточности

Расчет точки безубыточности производится на основании сопоставления выпуска продукции, ее себестоимости, постоянных затратах, оптовой цены.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						72
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

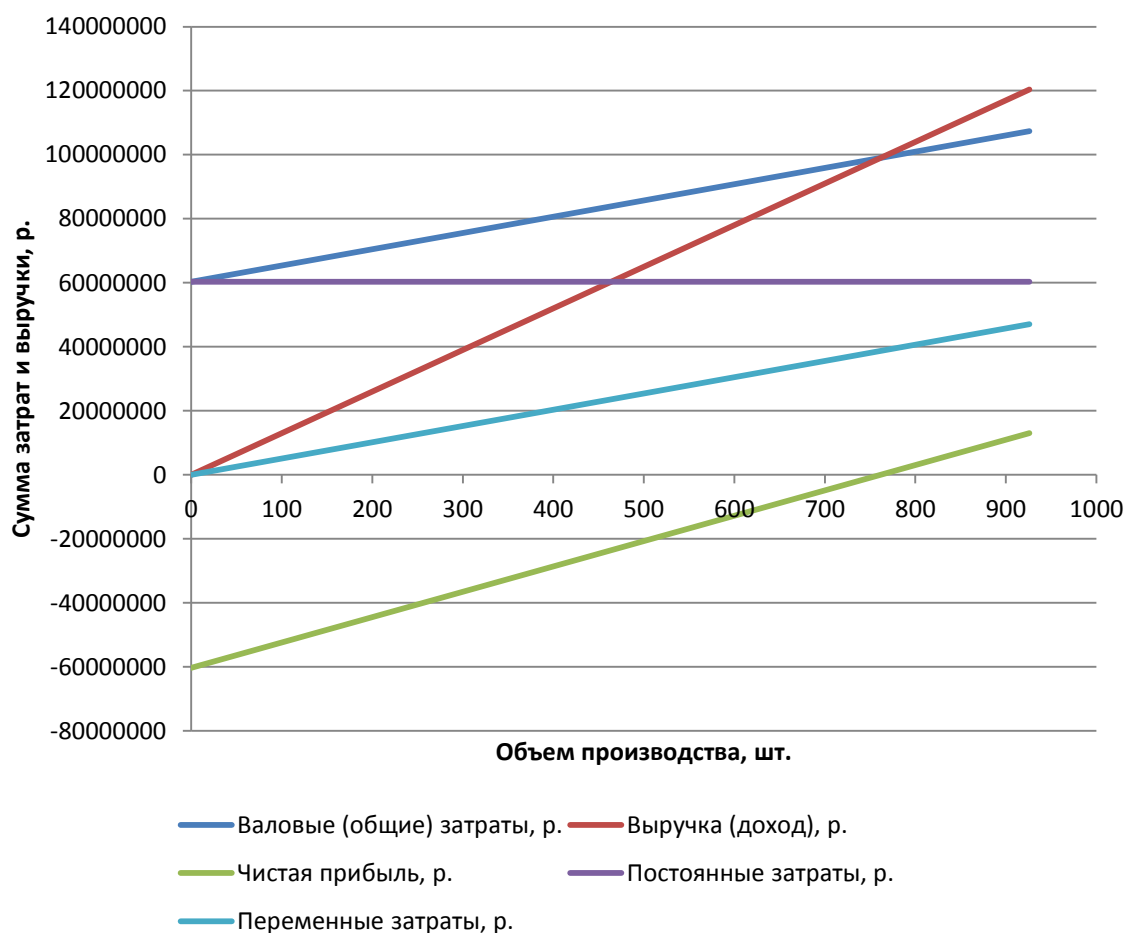


Рис 10 График нахождения точки безубыточности при годовом выпуске 926 млн.м³ товарного газа

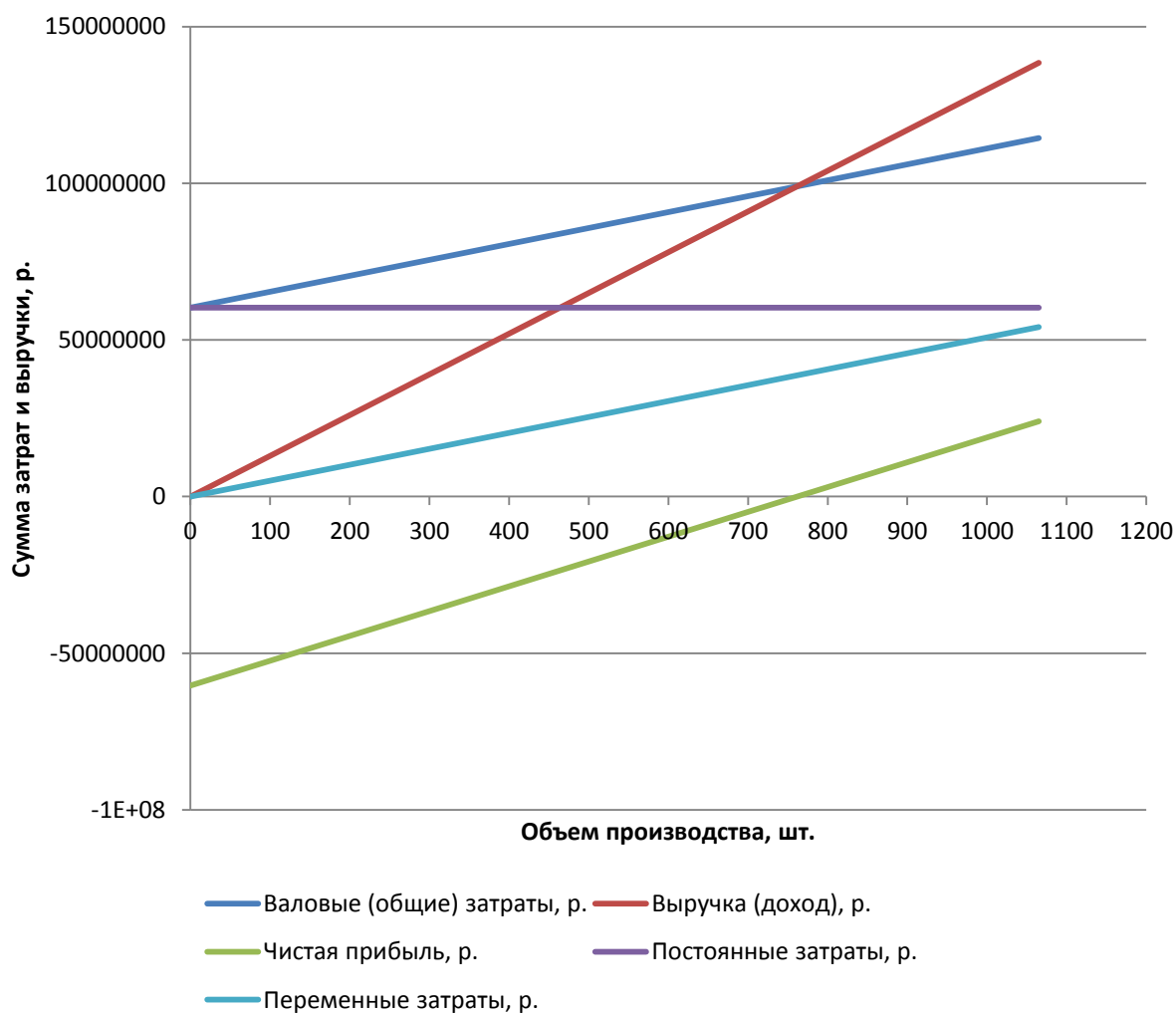


Рис 11 График нахождения точки безубыточности при годовом выпуске 1065 млн. м³ перхлората-амония

Определение точки безубыточности:

Аналитическим способом:

$$Q_{кр.} = \frac{Изд_{пост}}{Ц_{1ГП} - Изд_{пер1ГП}}, \text{ тыс. тонн,}$$

где $Ц_{1ГП}$ – цена единицы готовой продукции (1 тонны);

$Изд_{1ГП}$ – удельные переменные издержки (переменные издержки на единицу готовой продукции – 1 тонну).

Для производства продукта 926 млн. м³

$$Q_{кр,1} = 60307602 / (0,13 \cdot 10^6 - 50813,1) = 761,58 \text{ млн. м}^3$$

$$Q_{кр,1} = 60307602 / ((0,13 \cdot 10^6 - 50813,1) / 0,13 \cdot 10^6) = 99010 \text{ тыс. руб}$$

Для производства газа 1065 млн. м³

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						74
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

$$Q_{кр,2}=60307602/(0,13*10^6-50813,1)=761,58 \text{ млн. м}^3$$

$$Q_{кр,2}=60307602/((0,13*10^6-50813,1)/0,13*10^6)=99010 \text{ тыс. руб}$$

Вышепроизведенные расчеты показывают, что при монтаже на линию подачи хлора теплообменника, увеличивается объем производства с 926 млн.м³ по 1065 млн.м³ чистая прибыль увеличивается на 84%. При этом отметим, что фондоемкость уменьшается на 0,1 за счет увеличения выручки. В то время как фондоотдача увеличилась на 0,19. Это в свою очередь свидетельствует об эффективности использования основных фондов на производстве за счет модернизации. Также отметим, что за счет повышения технического уровня производства увеличивается производительность труда на 0,73 млн. м³ на человека. Срок окупаемости оборудования, обеспечивающего улучшение значений выше рассмотренных технико-экономических показателей составляет 2,5 года. Расчет точки безубыточности показал, что объем производства, при котором расходы будут компенсированы доходами, а при производстве и реализации каждой последующей единицы продукции предприятие начинает получать прибыль составляет 761,8 млн.м³.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						75
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

5. Социальная ответственность.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2К41	Якутину Денису Игоревичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	НОЦ Н.М. Кижнера
Уровень образования	Бакалавр	Направление	18.03.02 Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Учитывается специфика технологического процесса, пожароопасные и токсические свойства, участвующих в процессе веществ, а также необходимость создания нормальных условий труда для обслуживающего персонала.
--	--

Характеристика объекта исследования и области его применения	В рассчитанной абсорбционной колонне происходит процесс поглощения хлора щелочью.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

2. Производственная безопасность 2.1. Анализ вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействий	Электробезопасность Недостаточная освещенность рабочей зоны Повышенный уровень шума Повышенный уровень вибрации Отклонение в параметрах микроклимата
---	--

3. Экологическая безопасность:	Повышение безопасности при работе с высокоопасными веществами, к которым относится хлор, является одной из основных задач эксплуатации опасных и химически опасных объектов. Применение абсорбционной колонны, предназначенной для нейтрализации аварийных выбросов хлора, снизит риск заражения аварийно-опасным химическим веществом, повысит безопасность и улучшит
---------------------------------------	---

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						76
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

	<i>экологические показатели. Санитарная очистка воздуха защитит работников и окружающую среду от токсичного влияния хлора.</i>					
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p><i>Уровень опасности аварийного выброса (утечки) хлора из оборудования и трубопроводов зависит от многих факторов, однако наиболее вероятным сценарием развития аварийной ситуации в хлораторной является разгерметизация хлоропроводов, оборудования, аппаратуры хлораторной. Возникновение аварийной ситуации по этому сценарию обусловлено утечкой хлора из хлоропроводов, оборудования, возможна вследствие причин:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• нарушение герметичности под воздействием коррозии;</i> <i>• повышение давления;</i> <i>• износ материала прокладок фланцевых соединений</i> <i>• разгерметизация запорной арматуры трубопроводов и аппаратов</i> 					
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику						
Задание выдал консультант:						
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата		
Ассистент ООДШБИП	Немцова О.А.					
Задание принял к исполнению студент:						
Группа	ФИО	Подпись	Дата			
3-2К41	Якутин Денис Игоревич					
<p>В современных условиях успех организации определяется не только рациональностью функционирования, снижением издержек, развитием, т.е. воздействием управления на внутренние факторы производства, но во многом и поведением организации как по отношению к своим работникам, так и в целом к обществу. Происходит дальнейшее совершенствование управленческой деятельности, которая теперь включает и такой аспект как социальная ответственность.</p>						
					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	<i>Лист</i>
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		77

Социальная ответственность организации – это уровень добровольного отклика на социальные потребности работников, лежащие вне определяемых законом или регулирующими органами требований, это действия, предпринимаемые во благо общества добровольно.

В сферу деятельности ФКП «Анозит» в области социальной ответственности перед государством входят такие пункты, как соблюдение законов, действующих на территории государства, а именно:

➤ Конституция Российской Федерации

ст. 7, п.2, согласно которой "В РФ охраняется труд и здоровье людей, устанавливается гарантированный минимальный размер оплаты труда, обеспечивается гос. поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых граждан";

ст. 37, согласно которой "Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности ...";

ст. 41, п.1 "Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь";

ст. 42 " Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением ";

ст. 212, посвященная обязанностям работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда, работодатель обязан обеспечить: соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте в соответствии с действующими нормативно-правовыми нормами;

➤ Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.97 г. № 116-ФЗ

➤ Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 года "О специальной оценке условий труда"

➤ Федеральный закон №184-ФЗ "О техническом регулировании от 27 декабря 2002 года;

➤ Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. (ред. от 10.07 2012г)

➤ "Технический регламент о требованиях к пожарной безопасности"

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		78

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер. В рамках обеспечения безопасности организуются и проводятся предварительных и периодических медицинские осмотры.

Каждый работник знакомится с условиями и охраной труда на рабочем месте, возможным риском повреждения здоровья, льготами и компенсациями по условиям труда. Допуск работников к самостоятельной работе осуществляется только после проведения необходимых инструктажей и стажировки на рабочем месте. Периодически проводится организация обучения работников и проведение периодических проверок знаний по охране труда. Разрабатываются необходимые производственные инструкции, инструкций по охране труда.

Важное значение имеет отражение вопросов обеспечения и выполнения безопасных приемов работ в технологической документации предприятия, разработка перечней работ и профессий, требующих применения средств индивидуальной защиты, определение норм выдачи средств индивидуальной защиты работающим.

5.2. Характеристика объекта исследования и области его применения

В рассчитанной абсорбционной колонне происходит процесс поглощения хлора щелочью. Повышение безопасности при работе с высокоопасными веществами, к которым относится хлор, является одной из основных задач эксплуатации опасных и химически опасных объектов. Способом решения данной проблемы может быть модернизация технологической линии, путем введения дополнительного оборудования для устранения возможных аварийных ситуаций. Подбор и применение абсорбционной

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						79
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

колонны, которая предназначена для очищения газа при превышении в нем ПДК по хлору, позволит решить данную задачу.

5.3 Производственная безопасность.

В целях обеспечения производственной безопасности необходимо выявить, устранить или предусмотреть специальные методы защиты опасные и вредные производственные факторы.

Опасные производственные факторы – это те факторы, которые в результате своего длительного или кратковременного воздействия на человека приводят к ухудшению состояния его здоровья или к травме.

Вредные производственные факторы – это факторы, которые, действуя на работника, снижают его работоспособность или приводят к различным заболеваниям, их часто еще называют профессиональными болезнями. Стоит отметить, что грань между этими двумя группами факторов достаточно условна. При некоторых условиях вредные производственные факторы могут стать опасными.

К опасным производственным факторам относятся:

1. поражение электрическим током;
2. опасность возникновения взрыва и пожара.

К вредным производственным факторам относятся:

1. недостаточная освещенность;
2. воздействие вибрации и различных шумов на производстве;
3. повышенная температура воздуха рабочей зоны, изменение

микроклимата рабочей зоны;

В соответствии с рекомендацией [29, с.12] на предприятии должны быть соблюдены санитарно-гигиенические нормы по метеоусловиям. Особое внимание следует уделить освещению, отоплению и вентиляции цеха.

Вредные и опасные факторы при эксплуатации абсорбционной колонны.

Электробезопасность

Электронасыщенность современного производства (электрические установки, приборы, агрегаты) формирует электрическую опасность.

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						80
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества (ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения).

Требования электробезопасности изложены в Межотраслевых правилах по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок, Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей, ГОСТах и других нормативных правовых актах.

Требования, содержащиеся в этих актах, распространяются на всех Потребителей, работников всех организаций, независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также на физических лиц, занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих в электроустановках монтажные, наладочные, ремонтные и строительные работы, испытания и измерения (электротехнический персонал).

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга). Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушении их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма и сопровождается судорожными сокращениями мышц (сердца, лёгких) [31, с. 155-159].

Для спасения пострадавшего необходимо как можно быстрее освободить его от действия электрического тока, а затем оказать ему первую медицинскую помощь. Согласно ПЭУ [31, с.1-10] исследуемое рабочее место относится к помещению без повышенной электроопасности, которое характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную и или особую опасность.

Основные способы и средства электрозащиты:

1. средства индивидуальной электрозащиты [31, с.1-14].
2. выравнивание потенциалов;
- предупредительная сигнализация и блокировки;

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						81
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

4. использование малых напряжений;
5. изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
6. электрическое разделение сетей;
7. защитное заземление;
8. установка оградительных устройств;
9. зануление; защитное отключение;
10. использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;

Противопожарные мероприятия

Производственный процесс на промышленных объектах имеет сложную структуру и одним из наиболее важных его компонентов является противопожарная безопасность.

Соблюдение каждым сотрудником установленных правил на промышленных объектах позволит не только сохранить собственную жизнь, но и избежать тяжелых последствий для предприятия в целом.

В соответствии с "Правилами пожарной безопасности в Российской Федерации" [32, с. 1-12], СНиП 2.04.09-84 "Пожарная автоматика зданий и сооружений" [39, с. 1-17], Справочником руководителя тушения пожара (под.ред. Иванникова); СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация" [37, с. 10-17], и СНиП 2.04.02-84 "Водоснабжение. Наружные сети и сооружения" [38, с. 1-7] обеспечение пожарной безопасности и пожаротушения возлагается на руководителя предприятия.

Оснащение производственных зданий и территории промплощадки первичными средствами пожаротушения и мероприятия по пожарной безопасности должны производиться в соответствии с "Приказ МЧС РФ от 18.06.2003 313 "Об утверждении Правил пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03)" [33, с.1-94].

Местоположение первичных средств пожаротушения и пожарного инвентаря должно быть согласовано с органами пожарного надзора. Пожарные щиты с набором инвентаря (огнетушителями ОХП-10, ОУ-5 для тушения электрооборудования, ведра, лопаты, топор), и ящиками для песка $V=1,0 \text{ м}^3$ предусматриваются на выходе из помещений и здания цеха таким образом, чтобы не препятствовать вынужденной эвакуации людей.

Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов абсорбции:

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						82
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

- основные аппараты абсорбционных установок следует размещать на открытых площадках;
- на открытых установках в зимнее время спускные и дренажные линии, а также участки трубопроводов подачи замерзающих жидкостей (воды, щелочи и других жидкостей) должны иметь исправное утепление;
- абсорберы перед пуском должны быть осмотрены, проверена исправность и готовность к работе всех связанных с ними аппаратов и трубопроводов, исправность контрольно-измерительных приборов, регуляторов температуры и давления в колонне, измерителей уровня жидкости в нижней части колонны, рефлюксных емкостях и емкостях остатка;
- приборы автоматического контроля уровня жидкости в сепараторах должны быть в исправном состоянии. При отсутствии стационарных приборов, должен осуществляться лабораторный контроль с периодичностью, определенной в производственных инструкциях.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Безопасность и результативность труда на производстве во многом зависит от качественного и комфортного освещения. При этом используемое оборудование должно быть достаточно надежным, эффективным и экономичным, ведь зачастую речь идет об освещении больших площадей.

К освещению производственных цехов предъявляются повышенные требования, отраженные в СП 52.13330.2016 [38, с. 15]. Этот нормативный документ четко регламентирует нормы освещенности производственных помещений на основании разряда и подразряда зрительной работы, характеристик фона, контрастности объектов, длительности работы и некоторых других параметров. Здесь же прописываются требования к оборудованию.

Рациональное освещение рабочих мест обеспечивает безопасные и здоровые условия труда. Освещение, соответствующее санитарным нормам, является главнейшим условием гигиены труда и культуры производства. При хорошем освещении устраняется напряжение зрения, ускоряется темп работы. При недостаточном освещении глаза сильно напрягаются, темп работы снижается, снижается производительность труда. Недостаточное освещение рабочих мест отрицательно влияет на хрусталик глаза, что может привести к близорукости.

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						83
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

В соответствии с таблицей 1 и таблицей 2 СП 52.13330.2016 выбраны следующие разряды зрительных работ:

1. технологические помещения: IV-Г;
2. служебные помещения: Б-2;
3. физико-химическая лаборатория: А-2;
4. вентиляционные камеры: VIII-В;
5. проходы, тамбуры, лестничные клетки: Ж-1, З-1, В-2;
6. насосные: IV-Г.

В соответствии с разрядами зрительных работ по таблицам Е1 и Ж1 СП 52.13330.2016 приняты нормативные освещенности от 10 до 300 лк. В соответствии с рекомендацией СП 52.13330.2016 предусмотрим наружное освещение между зданиями на производственной площадке [38, с. 7-19], при необходимости предусмотрим оснащение персонала средствами освещения (фонариками).

Повышенный уровень шума

Повышенный уровень вибрации

Источниками шума и вибрации в цехе и других производственных помещениях являются насосное оборудование, вентиляционные установки. Уровень шума на рабочих местах в производственных помещениях, возникающих от этих источников, обычно значительно превышает допустимые значения. Поэтому при проектировании производственных процессов необходимым условием является определение ожидаемых уровней шума на рабочих местах с помощью акустического расчёта и разработки на его основе средств и методов защиты от шума.

Шум и вибрация различаются частотой колебаний в секунду. Если число колебаний в секунду не превышает 16 Гц, то они воспринимаются человеком, как сотрясения и называются вибрацией. Частота колебаний от 16 до 20000 Гц в секунду воспринимается органами слуха как шум, колебания с частотой свыше этого предела не ощущаются человеком, и называются ультразвуками. Вибрация приводит к преждевременному износу деталей, механизмов, может вызвать аварию, вредно действует на сердечно-сосудистую и нервную системы организма, вызывает снижение слуха и даже

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						84
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

стойкую глухоту, является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что увеличивает возможность травматизма [18, с. 143-144].

В целях снижения уровня шума в производственных помещениях до допустимых значений в соответствии с СНиП 23-03-2003 [39, с.10-30] предусмотрено:

1. плавное соединение воздуховодов с вентиляционным агрегатом при помощи переходов и гибких вставок;
2. подбор диаметров воздуховодов по средним скоростям в магистральных воздуховодах для уменьшения сопротивления сети (4 - 8 м/с);
3. установка вентагрегатов в отдельных выгороженных помещениях - венткамерах, расположенных в удаленных от рабочих мест частях здания;
4. подвод питания к электродвигателям по гибким кабелепроводам.
5. монтаж насосов и химического оборудования беспрокладочным методом с применением установочных винтов, удаляемых после подливки;
6. виброизоляция вентагрегатов с помощью пружинных амортизаторов, идущих в комплекте к вентиляционным агрегатам.

Отклонение параметров микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Показатели микроклимата:

1. Температура воздуха;
2. Относительная влажность воздуха;
3. Скорость движения воздуха;
4. Мощность теплового излучения.

Воздушная среда из всех элементов, составляющих среду обитания и деятельности человека, является важнейшей. Природный воздух представляет собой сложную динамическую систему, образованную различными газами (и парами) и находящимися во взвешенном состоянии мельчайшими твердыми и жидкими частицами – **аэрозолями**.

Под **загрязнением воздуха** понимается прямое или косвенное введение в него любого вещества в таком количестве, которое изменяет качество и состав чистого атмосферного воздуха, нанося вред людям, живой и неживой природе.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						85
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Важнейшей характеристикой воздушной среды является **барометрическое давление**, поскольку разница барометрического давления и давления воздуха в альвеолах легких определяет величину газообмена. Барометрическое давление считается и называется нормальным на уровне моря (одна атмосфера) и экспоненциально убывает с высотой.

Помимо газового состава и барометрического давления, важнейшей характеристикой воздушной среды служит **температура воздуха**. В сочетании с подвижностью (скоростью) движения воздуха относительно тела человека температура воздуха определяет характер теплообмена – нагрев или охлаждение тела человека.

Жизнедеятельность человека может нормально протекать лишь при условии сохранения температурного гомеостаза организма, что достигается за счет системы терморегуляции и деятельности других функциональных систем: сердечно-сосудистой, выделительной, эндокринной и систем, обеспечивающих энергетический, водно-солевой и белковый обмен.

Для сохранения постоянной температуры тела организм должен находиться в термостабильном состоянии, которое оценивается по тепловому балансу. Тепловой баланс достигается координацией процессов теплопродукции и теплоотдачи.

Микроклимат по степени влияния на тепловой баланс человека подразделяется на:

- нейтральный;
- нагревающий;
- охлаждающий.

Нейтральный микроклимат – это такое сочетание его составляющих, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах ± 2 Вт, доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

Охлаждающий микроклимат – это сочетание параметров, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека (> 2 Вт).

Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						86
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Нагревающий микроклимат – сочетание его параметров, при котором имеет место изменение теплообмена человека с окружающей средой, проявляющееся в накоплении тепла в организме ($> 2 \text{ Вт}$) и/или в увеличении доли потерь тепла испарением влаги ($> 30\%$).

Воздействие нагревающего микроклимата вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

Тепловой удар очень опасен. Даже при раннем выявлении каждый пятый случай является смертельным. При общем тепловом застое значительно повышается температура тела, что приводит к прямому повреждению тканей, особенно центральной периферической системы. Тошнота и рвота предшествуют шоковой стадии с глубокой потерей сознания, иногда сопровождающейся судорогами. Вследствие расстройства центра терморегуляции снижается потообразование. Кожа горячая, сухая, сначала имеет красный цвет, а потом приобретает серую окраску. Смертность тем выше, чем выше температура тела.

По степени влияния на самочувствие человека, его работоспособность микроклиматические условия подразделяются на:

- оптимальные;
- допустимые;
- вредные;
- опасные.

Нормативные гигиенические требования к отдельным показателям микроклимата, их сочетаниям, разработанные на основе изучения теплообмена и теплового состояния организма человека в микроклиматических камерах и в производственных условиях, а также на основе клинических и эпидемиологических исследований, изложены в СанПиН 2.2.4.548-96.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						87
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Профилактика перегрева организма работника в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия:

- нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к восьмичасовой рабочей смене;
- регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне;
- использование специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимый тепловой режим.

Защита от охлаждения осуществляется посредством:

- одежды, изготовленной в соответствии с требованиями государственных стандартов.
- использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма.
- регламентации продолжительности непрерывного пребывания на холоде и продолжительности пребывания в помещении с комфортными условиями.

Производственная пыль и защита от нее

Пыль – это аэродисперсная система, в которой дисперсионной средой является воздух, а дисперсной фазой пылевые частицы. Пылевые частицы находятся в твердом состоянии и имеют размеры от десятых долей миллиметра до долей микрометра.

Источниками загрязнения воздуха производственных помещений являются производственные процессы, в ходе которых выделяются технологическая пыль и аэрозоли.

Пыль может оказывать на организм различное действие. По конечному повреждающему действию производственные аэрозоли можно разделить на аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (ЛПФД) и аэрозоли, оказывающие преимущественно общетоксическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное действие, а также влияющие на репродуктивную функцию (производственные яды). Особое место

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						88
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

занимают аэрозоли биологически высокоактивных веществ: витаминов, гормонов, антибиотиков, веществ белковой природы.

Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (пыли АПФД) могут вызывать профессиональные заболевания легких – пневмокониозы, пылевые бронхиты, а также другие хронические заболевания органов дыхания.

В нашей стране гигиенические регламенты содержания пыли установлены по гравиметрическим (весовым) показателям, выраженным в миллиграммах на кубический метр (мг/м³), характеризующим всю массу присутствующей в зоне дыхания пыли.

Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест включают:

- устройства для поддержания нормируемой величины барометрического давления;
- устройства вентиляции и кондиционирования воздуха;
- устройства локализации вредных факторов;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- устройства дезодорации воздуха.

Таблица 4

Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений.

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/сек
Холодный	2б	19,1-22	12,75	0,2-0,4
Теплый		21,1-27	12,75	0,2-0,5

В проектном помещении существуют система действующей вентиляции и водяного отопления, которые позволяют поддерживать необходимую температуру, соответствующую СанПин 2.2.4.548-96 [40, с.1-12].

5.4. Экологическая безопасность.

Повышение безопасности при работе с высокоопасными веществами, к которым относится хлор, является одной из основных задач эксплуатации опасных и химически опасных объектов.

При производстве, хранении, транспортировке и применении сильнодействующего высокоопасного вещества – хлора, существует потенциальная опасность аварии. Основным поражающим фактором в аварийной ситуации с выбросом жидкого и газообразного хлора является токсическое поражение, при взрыве контейнера с хлором внутри помещения или на открытой площадке - ударная волна и токсическое поражение.

Хлор оказывает общетоксическое и раздражающее действие, вызывает химические ожоги, проникает в дыхательные пути, поражает легочную ткань и вызывает отек легких. Большую опасность для пораженного хлором представляют нарушение со стороны сердечно-сосудистой системы. Хлор вызывает острые дерматиты с покраснением и отеком, переходящие в экзему.

Способом решения данной проблемы может быть модернизация технологической линии, путем ведения дополнительного оборудования для устранения возможных аварийных ситуаций. Подбор и применение абсорбционной колонны, которая предназначена для очищения газа при превышении в нем ПДК по хлору, позволит решить данную проблему.

5.5. Безопасность при чрезвычайных ситуациях.

Уровень опасности аварийного выброса (утечки) хлора из оборудования и трубопроводов зависит от многих факторов, однако наиболее вероятным сценарием развития аварийной ситуации в хлораторной является разгерметизация хлоропроводов, оборудования, аппаратуры хлораторной. Возникновение аварийной ситуации по этому сценарию обусловлено утечкой хлора из хлоропроводов, оборудования, возможна вследствие причин:

- нарушение герметичности под воздействием коррозии;
- повышение давления;
- износ материала прокладок фланцевых соединений

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						90
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

- разгерметизация запорной арматуры трубопроводов и аппаратов

Было предложено использовать абсорбционную колонну, которая предназначена для очищения газа при превышении в нем ПДК по хлору. Для этого был произведен подбор наиболее подходящей для этого процесса абсорбционной колонны.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						91
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Заключение

В ходе выполнения дипломного проекта был проведен технологический расчет насадочного абсорбера для поглощения хлора раствором щелочи из его смеси с воздухом, установлены основные параметры процесса, определены расходы жидкости и газа, а также основные геометрические размеры.

Проведен механический расчет, результаты которого используются при проектировании абсорбера.

В дипломном проекте выполнен анализ и расчет технико-экономических показателей данного производства, найдена точка безубыточности для нескольких рыночных цен. Определены вредные и опасные производственные факторы, предложены способы снижения негативного воздействия на организм человека.

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						92
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Список использованных источников

1. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и основы конструирования/ 3-е изд. перераб. и доп.: М.: Химия, 1978 г. - 280 с.
2. Бабенко С.А., Основные процессы и аппараты химических производств. Ч. 2: Учеб. пособие / С.А. Бабенко, В.И. Косинцев, В.М. Миронов и др. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 148 с.
3. Беляев, В.М. Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли Часть I /В.М. Беляев, В.М. Миронов.– 3-е изд.– У: ТПУ, 2016.–314с.
4. Домашнев А.Д., Конструирование и расчёт химических аппаратов. - М.: Машгиз, 1961,- 624 с.
5. Дытнерский Ю.И., Борисов Г.С., Брыков В.П. и др. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию /2-е изд. - М.: Химия, 1991. - 496с.
6. Дытнерский Ю.И., Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. /Е.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др., под ред. Ю.И. Дытнерского. - М.: Химия, 1991,- 493 с.
7. Ильин А.И. Планирование на предприятии. – Мн.: Новое зна-ние, 2010. – 700 с.
8. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Колос, 2000. - 551 с.
9. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учеб. для студ. хим. – технол. спец. вузов. – 9-е изд. испр. - М.: Химия, 1971. - 784 с.
10. Коротков Э.М. Корпоративная социальная ответственность: учебник для бакалавров / Э. М. Коротков, О. Н. Александрова, С. А. Антонов [и др.] ; под ред. Э. М. Короткова. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 445 с. - Серия : Бакалавр. Базовый курс.
11. Крепша Н.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для иностранных студентов / Н.В. Крепша; Национальный исследовательский Томский политехнический университет - Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2014. - 198 с.
12. Кушелев В.П. Основы техники безопасности на предприятиях химической промышленности.- Л.: Химия, 1977 - 279 с.
13. Лашинский А.А., Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник, 2-е изд., перераб. и доп. / А.А.Лашинский, А.Р. Толчинский, под ред. Н.Н. Логинова. Л.: Машиностроение, 1970г. - 753 с.

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	Лист
						93
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

14. Логинов А.В., Насосы и насосные установки пищевых предприятий: Учеб. пособие / А.В. Логинов, М.И. Слюсарев, А.А. Смирных; ВГТА, Воронеж. 2001. - 220 с.
15. Павлов К.Ф., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, под ред. П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1987. - 510 с.
16. Рамм В.М. Абсорбционные процессы в химической промышленности / М.: Госхимиздат, 1951 г. - 351 с.
17. Рамм В.М. Абсорбция газов / Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Химия, 1976 г. - 650 с.
18. Рыжакина, Т.Г. Экономика и управление производством. Расчет экономической части дипломного проекта: метод. указ. для студентов хим. спец. ИДО / Т.Г. Рыжакина. - Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007.- 22 с.
19. Семакина, О.К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств: учеб. пособие / О.К. Семакина; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - 164 с.
20. Смирнов Г.Г., Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств. Справочник / Г.Г. Смирнов, А.Р. Толчинский, Т.Ф. Кондратьева; Под общ. ред. А.Р. Толчинского - Л.: Машиностроение, 1988. - 303 с.
21. Стабников В.Н., Расчёт и конструирование контактных устройств ректификационных и абсорбционных аппаратов. - Киев: Техника, 1970,- 207 с.
22. Страус В. Промышленная очистка газов / Пер. с англ. – М., Химия, 1981. - 616с., ил.
23. Флореа О., Смигельский О. Расчёты по процессам и аппаратам химической технологии. - Пер. с румынского. - М.: Химия, 1971. - 448 с.
24. Хоблер Т. Массопередача и абсорбция. - Л.: Химия, 1964,- 479 с. ГОСТ Р 52857.1-2007. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 2008. — 26 с.
25. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
26. ГОСТ Р 52857.2-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек. М.: Изд-во стандартов, 2008. — 44 с.

					ФЮРА НАК 000 000 ПЗ	Лист
						94
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

27. ГОСТ Р 52857.3-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер. М.: Изд-во стандартов, 2008. — 29 с.
28. ГОСТ Р 52857.4-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений. М.: Изд-во стандартов, 2008. — 40 с.
29. ГОСТ Р 52857.5-2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет оболочек и днищ от воздействия опорных нагрузок. М.: Изд-во стандартов, 2008. — 26 с.
30. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию
31. Правила устройства электроустановок: ПУЭ от 01.01.2003. Общие правила.- Москва: [б.и.], 2003. - 14 с.
32. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Правила пожарной безопасности в РФ от 18 июня 2003 г. № 313 - Москва: [б.и.], 2003. - 138 с.
33. Приказ МЧС РФ от 18.06.2003 313. Об утверждении Правил пожарной безопасности в Российской Федерации (ППБ 01-03). - 94 с.
34. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение: нормативно-технический материал. - Москва:[б.и.], 2016. - 79 с.
35. Строительные нормы и правила: СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. - Москва: [б.и.], 2003. - 32 с.
36. Строительные нормы и правила: СанПин 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. - Москва: [б.и.], 1996. - 12 с.50.
37. Строительные нормы и правила: СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация.- Москва: [б.и.], 1996. - 63 с.
38. Строительные нормы и правила: СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.- Москва: [б.и.], 1996. - 177 с.
39. Строительные нормы и правила: СНиП 2.04.09-84 Пожарная автоматика зданий и сооружений.- Москва: [б.и.], 1998. - 24 с.
40. Строительные нормы и правила: СНиП 23-03-2003. Защита от шума: нормативно-технический материал. - Москва: [б.и.], 2004. - 30 с.

					<i>ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						95
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

41. Количество праздничных выходных дней в разных странах мира - [Электронный ресурс] – URL: <http://managment-study.ru/normirovanie-truda-vidy-norm-i-normativov.html> Трудовой кодекс Российской Федерации от от 30.12.2001 N 197-ФЗ [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации
42. Конституция Российской Федерации от 12.12.1993 [Электронный ресурс] Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. URL:<http://www.constitution.ru>
43. Консультант Плюс [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/29.
44. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/9046058>
45. Трудовой кодекс Российской Федерации от от 30.12.2001 N 197-ФЗ [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/

					ФЮРА НАК ООО ООО ПЗ	Лист
						96
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		